



**Instituto Superior de Economia e Gestão**

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

**MESTRADO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL**

# **LIDAR COM A VARIÂNCIA EM PRODUÇÃO CONSERVEIRA**

**LUÍS CARY DE VELHO CABRAL CORDOVIL**

**Orientador: Professor Doutor José Miguel Aragão Celestino Soares**

**Presidente: Professor Doutor Manuel Duarte Mendes Monteiro Laranja**

**Vogais: Professor Doutor Pedro Luís Pereira Verga Matos**

**Professor Doutor José Miguel Aragão Celestino Soares**

**Novembro 2010**

## Resumo

Nos tempos actuais, não basta ser rentável, há que criar uma cultura de melhoria contínua de forma a garantir a sustentabilidade futura do negócio. O Projecto proposto pretende pois estudar métodos e técnicas de planeamento e controlo da produção em ambientes de incerteza numa indústria conserveira de atum, de modo a maximizar o cumprimento do plano de produção e otimizar os recursos disponíveis.

Deste modo integraram-se algumas incertezas no MRP II existente, e adoptaram-se algumas das técnicas e metodologias 6-Sigma, visando introduzir conceitos de *lean manufacturing*. Constatou-se que as soluções optadas permitiram alcançar o desiderato pretendido. Por fim, refira-se que o sucesso deste projecto deveu-se antes de mais à equipa do Pico e do Faial, cujo desempenho superou as expectativas.

**Palavras chave:** MRP, 6-Sigma, ISO 9001:2000, liderança, *lean manufacturing*

## Abstract

Nowadays it is not suffice to be lucrative; a momentum of continuous improvement must be build in order to achieve sustainability. This Project aims to study methods and technics for planning improvement and management control with uncertainty, thereafter maximizing production service level and optimizing the resources available in a tuna can factory.

Therefore, some uncertainties were integrated in the prevailing MRP II, and a few 6-Sigma techniques & methods were successfully adapted, thus introducing some lean manufacturing concepts. Last but not the least, it was acknowledge that the human resources of Pico and Faial have outperformed themselves, demonstrating that despite all the events occurred, they were able to achieve the production output requested.

**Keywords:** MRP, 6-Sigma, ISO 9001:2000, leadership, *lean manufacturing*

# Índice

Resumo .....	i
Abstract.....	i
Índice .....	ii
Lista de Figuras .....	vi
Lista de Tabelas .....	vii
Glossário de abreviaturas.....	viii
Agradecimentos .....	ix
1        Introdução .....	1
2        Modelos de Planeamento de Produção com Variância.....	2
2.1.    Material Requirement Planning e Material Resource Planning .....	3
2.1.1. Modelos conceptuais .....	3
2.1.2. Modelos analíticos .....	5
3        Metodologias de Gestão .....	6
3.1.    Metodologia 6-Sigma .....	6
3.1.1. Método DMAIC.....	8
3.1.2. Ferramentas e Técnicas de Gestão de Qualidade .....	10
<b>3.1.2.a. Definição do Modelo de Negócio e Parâmetros de Processo.....</b>	<b>11</b>
3.1.2.a.i. Quality Function Deployment (QFD) ou Casa da Qualidade.....	11
3.1.2.a.ii.        Business Process Mapping (BPM) .....	13
3.1.2.a.iii.       Quantitative Marketing Research (QMR), e Enterprise Feedback Management (EFM).....	14

3.1.2.a.iv.	Análise SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers)	14
3.1.2.a.v.	Determinação da Capacidade de Processo	15
<b>3.1.2.b.</b>	<b>Medir e Controlar</b>	<b>15</b>
3.1.2.b.i.	Cartas de Controlo de Processo	16
3.1.2.b.ii.	Histogramas	17
3.1.2.b.iii.	Fluxogramas de Processo e Check-Lists	17
3.1.2.b.iv.	Análise de Variância	18
3.1.2.b.v.	Balanced Scorecard (BSC)	19
<b>3.1.2.c.</b>	<b>Análise de Causa-Efeito</b>	<b>20</b>
3.1.2.c.i.	5 W ou 5 Porquês	23
3.1.2.c.ii.	Modelos de Falha-Efeito - Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)	24
3.1.2.c.iii.	Análise de Pareto	27
3.1.2.c.iv.	Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa-Efeito	28
3.1.2.c.v.	Elementos básicos que tipificam as causas de origem	29
3.1.2.c.vi.	Os Cinco S's	31
3.1.2.c.vii.	Análise É/Não-É	32
<b>3.1.2.d.</b>	<b>Optimização</b>	<b>33</b>
3.1.2.d.i.	Delineamento Experimental	34
3.1.2.d.ii.	Ferramentas Estatísticas	37
3.1.2.d.iii.	Matriz Pick	39
3.1.2.d.iv.	Análise de Custo-Benefício	40
3.1.2.d.v.	Método MASP	40

3.2.	ISO 9001:2000 .....	41
4	Metodologia e Questões de Investigação .....	45
5	Cofaco Açores – Fábricas da Madalena e Horta .....	46
5.1.	Processo de Fabrico .....	46
5.2.	Caracterização da Incerteza .....	48
5.2.1.	Incerteza Ambiental.....	48
5.2.1.a.	Absentismo .....	48
5.2.1.b.	Transporte marítimo Faial – Pico .....	51
5.2.1.c.	Porto de São Roque – transporte marítimo Pico - Lisboa .....	52
5.2.1.d.	Safra de Peixe Fresco .....	53
5.2.1.e.	Lead time dos fornecedores de equipamentos .....	54
5.2.1.f.	Calibres de Peixe (Fresco / Importado) .....	55
5.2.2.	Incerteza sistémica.....	56
5.2.2.a.	Parâmetros de produção.....	56
5.2.2.b.	Capacidade disponível dos equipamentos e lay-out da fábrica .....	57
5.2.2.c.	Formação das equipas de produção .....	58
5.2.2.d.	Procedimentos de Produção.....	59
5.3.	Programação diária da Produção .....	59
5.3.1.	Nível de Serviço .....	61
6	Aplicação de metodologias de planeamento e gestão de produção .....	63
6.1.	Planeamento.....	66
6.2.	Gestão da Produção .....	70
7	Conclusões e Recomendações .....	74

7.1.	Conclusões .....	74
7.2.	Limitações .....	75
7.3.	Recomendações .....	76
Referências Bibliográficas.....		77

## Lista de Figuras

Figura 3.1: Metodologia DMAIC.....	9
Figura 3.2: Casa da Qualidade.....	12
Figura 3.3: Carta de Controlo de Processo .....	16
Figura 3.4: Histograma – Análise de Pareto.....	17
Figura 3.5: <i>Balanced Scorecard</i> .....	20
Figura 3.6: Diagrama de Ishikawa.....	29
Figura 3.7: Os 5S.....	31
Figura 3.8: MASP – Método de Análise e Solução de problemas .....	41
Figura 5.1: Gráfico representativo da evolução das férias e absentismo.....	49
Figura 5.2: Gráfico Hora de Desembarque Barco do Faial para o Pico, Maio a Novembro 2009 .....	51
Figura 5.3: Gráfico de capturas por espécie nos Açores 1950-2007 .....	53

## **Lista de Tabelas**

Tabela 2.1: Modelos de Planeamento de Produção com variância .....	2
Tabela 3.1: Análise de Variância.....	18
Tabela 3.2: Modelo FMEA – Exemplo do levantamento de Riscos do Processo de enlatamento de uma lata de conserva .....	26
Tabela 3.3: Documentos necessários para executar a FMEA .....	27
Tabela 3.4: Análise É / Não É .....	33
Tabela 3.5: Ferramentas Estatísticas .....	37
Tabela 3.6: Matriz PICK .....	39
Tabela 5.1: Fluxograma de produção de conservas de atum .....	47



## **Glossário de abreviaturas**

**5S** - *Seri, Seitor, Seiso, Seiketsu, Seitsuke*

**5W** – *Why? Why? Why? Why? Why?*

**6M** - *machine, method, materials, maintenance, man, mother nature*

**AEP** – Associação Empresarial Portuguesa

**BOM** – *Bill of Material*

**BPM** – *Business Plan Mapping*

**BSC** – *Balanced Scorecard*

**DMAIC** – *Define Measure Analyse Increment Control*

**DOE** – *Design of Experiments*

**EFM** – *Entreprise Feedback Management*

**ERP** – *Entreprise Resource Planning*

**EVOP** – *Evolutionary Operation*

**ISO** – *International Organization for Standardization*

**MASP** – *Método de Análise e Solução de Problemas*

**MRP** – *Material Resource Planning*

**MRP II** – *Manufacture Resource Planning*

**PDCA** – *Plan Do Check Act*

**RCA** – *Root Cause Analysis*

**RPN** – *Risk Priority Numbers*

**SAP** - *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*

**SIPOC** – *Suppliers Inputs Process Outputs Customers*

**SGQ** – *Sistema de Gestão da Qualidade*

**QFD** – *Quality Function Deployment*

**QMR** – *Quantitative Marketing Research*

**TQM** – *Total Quality Management*

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar quero agradecer a toda a equipa de gestão da Cofaco Açores, em especial ao Departamento de Produção e Manutenção das Fábricas da Madalena e da Horta, onde este projecto se desenvolveu.

Este projecto é-vos dedicado, com a humildade de quem convosco aprendeu e cresceu mais um pouco que como pessoa quer como profissional.

Ao Dr. Nuno Cardoso, e à minha equipa de produção da Cofaco: Sr.<sup>a</sup> Maria Lúcia da Glória, Sr.<sup>a</sup> Arlete Melo, Sr. Manuel Ribeiro, Sr. José Ávila, Sr.<sup>a</sup> Maria Jesus Bettencourt, Sr.<sup>a</sup> Margarida Paulo, Sr.<sup>a</sup> Lúcia Rodrigues, Sr.<sup>a</sup> Dionísia Matos e Sr.<sup>a</sup> Elisa Nunes, com quem tive o prazer de privar e de aprender os segredos e arte de fazer as conservas, obrigado por me terem ajudado a realizar este projecto que também foi o vosso.

Ao Eng. Manuel Serôdio e Eng. Pedro Pessanha, também quero agradecer por me terem guiado e apoiado durante a minha infância nesta indústria.

Ao Professor José Miguel Soares, o reconhecimento grato como aluno e amigo, dos conselhos dados e pela magnífica orientação dada a este projecto.

Por fim, destaco com um especial carinho a minha esposa, Marta, e o meu filho, Francisco, por me terem proporcionado a compreensão e o apoio amigo tão necessários para o sucesso e realização deste projecto.

### **1 Introdução**

Este trabalho procura responder às necessidades de chefes de secção, responsáveis de produção, directores fabris e técnicos de planeamento, que diariamente têm que tomar decisões a nível de planeamento e controlo de produção.

É propósito deste trabalho estudar soluções que fundamentem as decisões de planeamento da produção e as técnicas de gestão da produção, que assegurem o efectivo cumprimento do plano de produção ao nível da unidade fabril.

Este projecto de uma forma particular abordará as fábricas de conservas de atum da Cofaco na Madalena e na Horta, durante o período transcorrido desde Março 2008 até Novembro 2009. Observe-se que a unidade fabril da Madalena na fase inicial do projecto não disponha de nenhum Responsável de Produção, sendo as funções de controlo e planeamento asseguradas respectivamente pelos Chefes de Secção e Director Fabril. Paralelamente assistiu-se a uma mudança organizacional de matriz vincadamente familiar e patriarcal para uma organização de gestão profissional centrada em resultados. O desenvolvimento deste projecto visou assim responder aos desafios colocados pelos novos paradigmas apresentados.

O projecto encontra-se dividido em sete capítulos. Nos capítulos 2 e 3 apresentam-se a revisão bibliográfica realizada sobre os modelos de produção e metodologias de gestão. Em seguida no capítulo 4 é exposta a metodologia e as perguntas de investigação propostas para este projecto. No capítulo 5, por sua vez, apresenta-se o caso de estudo do projecto: caracterização das fábricas, do processo produtivo e fontes de variabilidade identificadas. Seguem-se, no capítulo 6, as soluções adoptadas para as questões apresentadas anteriormente, e por fim as conclusões e recomendações do projecto.

### **2 Modelos de Planeamento de Produção com Variância**

Os modelos de planeamento de produção procuram resolver a questão da aquisição, utilização e alocação dos factores de produção de um determinado processo produtivo de modo a se obterem os requisitos do cliente da forma mais eficiente e efectiva (Graves, 1999). As decisões a que se procura responder através destes modelos são, por exemplo, referentes ao tamanho dos lotes, dimensionamento da força laboral, e tempos de produção de linhas de cada secção.

Segundo Mula *et al* (2006), existem vários modelos desenvolvidos para lidar com incertezas / variância, os quais se apresentam resumidamente na tabela seguinte (Tabela 2.1):

Tabela 2.1: Modelos de Planeamento de Produção com variância

<i>Modelos de previsão</i>	<i>Categorias de planeamento de produção</i>
<b>Conceptuais</b>	Planeamento agregado Planeamento hierarquizado
<b>Analíticos</b>	Material Requirement Planning (MRP) Planeamento de capacidade
<b>Simuladores</b>	Manufacturing Resource Planning (MRP II) Gestão de inventário
<b>Inteligência Artificial</b>	Planeamento da cadeia de abastecimento

Fonte: Adaptado de Mula *et al*, 2006

No projecto em curso as categorias planeamento da cadeia de abastecimento, gestão de inventário e planeamento de capacidade são abordadas centralmente na Direcção Logística e Industrial, e não ao nível das Fábricas, pelo que não serão referidas no mesmo.

Refira-se que na abordagem seguida ao nível de planeamento no âmbito deste projecto, nomeadamente no que diz respeito à elaboração do próprio *Master Plan*, recorre de

forma sistemática à criação de simulações, dado que as soluções óptimas são encontradas por tentativa-erro.

Dada a natureza deste projecto, serão assumidos os seguintes pressupostos:

- a procura será considerada constante – após a aprovação do orçamento anual, compete à Direcção Industrial e Logística assegurar o acompanhamento dos planos de produção (*Master Plan*), revendo-os periodicamente de forma a se ajustarem às variações na procura.
- a produção é realizada em lotes não contínuos.

Actualmente utiliza-se um modelo de planeamento de produção MRP II agregado e hierarquizado em módulos autónomos de acordo com o tipo de produção (por exemplo: *Premium* filete, 1ª Marca e 2ª Marcas)

Na bibliografia consultada identificaram-se algumas formas para incluir a variância no modelo utilizado, que se passam a referir.

### **2.1. Material Requirement Planning e Material Resource Planning**

#### **2.1.1. Modelos conceptuais**

Este tipo de modelo utiliza o conceito de factor de rendimento (*yield factor*) para incorporar as incertezas sistémicas. Este factor composto relaciona as quantidades necessárias de um dado *input* para se produzir uma quantidade determinada de um *output*. O factor de rendimento composto é assim função dos factores de produção nas diferentes fases de produção (Mula *et al*, 2006).

Neste modelo de planeamento de produção, segundo Hegseth (1984) considera-se um processo de produção em série com incertezas e usa-se uma formulação determinística

que impõe factores de produção nas diferentes etapas das operações, isto é, são delineados os parâmetros de produção tendo em consideração as várias fontes de incerteza. Vejamos o seguinte exemplo, se as perdas de processo não forem incorporadas na lista de materiais (*Bill Of Materials* - BOM.), o plano de produção não será cumprido dado que o peixe desperdiçado não é enlatado. Torna-se assim necessário ajustar a BOM. usando esses factores de rendimento, para que o MRP seja devidamente executado:

- o peso de enchimento de uma lata de atum é de 78g, mas com as perdas de processo apresenta um peso médio de enchimento anual na ordem dos 82g, constituindo este valor a base de referência para a BOM.

Uma outra forma de incorporar as incertezas num contexto MRP é, de acordo com New e Mapes (1984), um modelo que relacione as quantidades de input e output recorrendo a stocks de segurança, tempos de segurança e *hedging* (sobre produção) para cobrir essas perdas. Por exemplo, em produções de pequena dimensão é frequente ocorrerem falhas devido à falta de produção no enlatamento automático para cobrir com as perdas de processo que ocorrem no armazém, assim dimensionando um lote de produção superior ao necessário, teremos essas perdas devidamente acauteladas.

Por fim, refira-se que, conforme Bertrand e Rutten (1999), a flexibilidade de processo pode servir como fonte para lidar com as incertezas na procura e na oferta. Desta forma, cabe ao gestor e às unidades industriais encontrar a resposta, dentro da disponibilidade e capacidades de processo instaladas, para internalizarem as incertezas observadas. Assim, recorrendo por exemplo ao uso de vários formatos de embalagem (e.g.  $\frac{1}{4}$  30,  $\frac{1}{2}$  kg) para o mesmo sub-produto/molho (e.g. posta ou pedaços; óleo ou azeite), a equipa de gestão dispõe de várias combinações (e.g. Posta azeite formato  $\frac{1}{4}$  30 ou

Pedaços óleo formato ¼ 30) que permitem ajustar o plano de produção às diferentes contingências apresentadas (e.g. problemas surgidos ao nível da disponibilidade dos equipamentos ou absentismo).

### **2.1.2. Modelos analíticos**

Os modelos analíticos caracterizam-se pelo recurso sistemático a modelos matemáticos de programação linear, que visam modelar o processo produtivo em equações matemáticas. Estes modelos utilizam como base os modelos conceptuais e são posteriormente utilizados para realizar simulações ou até em modelos de inteligência artificial. Actualmente existem no mercado diferentes versões de programas de gestão de produção que permitem de forma intuitiva idealizar estes modelos (e.g. SAP ERP 6.0).

Numa lógica de conceptualização analítica, a abordagem MRP, segundo Büchel (1983), considera um procedimento de produção baseado em rácios estocásticos de uso (razão entre a procura específica de um determinado produto sobre a procura de todos os produtos finais). Estes rácios podem ser utilizados para reduzir a incerteza na procura em programas MRP: pequenos rácios ou poucos pedidos de encomendas, causam consideráveis variações na procura e requerem um nível de inventário de segurança maior.

Por outro lado, Wijngaard e Wortmann (1985) apresentam alternativamente uma abordagem ao MRP com incertezas estocásticas. Os autores consideram um processo de produção multi-estágio com fases convergentes e divergentes. Eles consideram três formas de gerar tampões ao longo dos estágios: existências de segurança, tempos de segurança e *hedging* à semelhança do proposto anteriormente por New e Mapes (1984).

### **3 Metodologias de Gestão**

No âmbito do corrente projecto, foram seleccionadas duas metodologias de gestão da qualidade e da produção que se complementam: Metodologia 6-Sigma e ISO 9001:2000. A escolha das mesmas está relacionada com o objectivo proposto inicialmente – procurar reduzir a variabilidade do actual processo, focalizando-o e optimizando-o. A Metodologia 6-Sigma através dos seus projectos de melhoria e aplicação das várias ferramentas que lhe são inerentes aporta a componente técnica, e o enquadramento destes num ambiente ISO 9001:2000 confere-lhe a sistematização e o rigor necessários para assegurar a sua efectividade.

#### **3.1. Metodologia 6-Sigma**

A metodologia 6-Sigma tem origem nos anos 80s, e surge como consequência do desenvolvimento natural dos sistemas de controlo de qualidade, na linha de pensamento de Juran, Taguchi, Shewhart, Deming, Ishikawa. Actualmente, é utilizada como metodologia base para a *Lean Manufacturing*.

À semelhança de outras metodologias (e.g. controlo de qualidade, TQM, Zero defeitos), o 6-Sigma preconiza que:

- Esforços contínuos para atingir resultados de processo estáveis e previsíveis, *i.e.*, reduzindo a variabilidade de processo, são de importância vital para o sucesso do negócio.
- Os processos de produção de produtos e prestação de serviços têm características que podem ser mensuráveis, analisáveis, melhoradas e controladas.
- Alcançar melhorias contínuas de qualidade requer um comprometimento de toda a organização, em especial da gestão de topo.



Todavia o 6-Sigma distingue-se das restantes, pelo seguinte:

- Uma focalização clara em alcançar retornos financeiros mensuráveis e quantificáveis de todos os projectos 6-Sigma.
- Um ênfase acrescido numa liderança forte, envolvente e empenhada.
- Uma estrutura formal de formação de recursos humanos específica para cada fase de implementação e envolvimento dos projectos.
- Um comprometimento claro em tomar decisões com base em dados verificáveis em vez de palpites e assumpções.

Do ponto de vista conceptual, a metodologia 6-Sigma refere-se, do ponto de vista estatístico, a um processo, produto ou serviço cuja eficácia seja extremamente eficaz (99,9997% ou 3 a 4 defeitos por milhão de oportunidades, assumindo-se como oportunidade todos os momentos em que uma empresa pode falhar durante um processo). Do ponto de vista empresarial esta metodologia visa reduzir os custos dos defeitos, poupar tempo e melhorar a satisfação do cliente.

Deste modo, o 6-Sigma é um sistema que visa alcançar e sustentar o sucesso das empresas, composto pelas seguintes partes (Heizer e Render, 2006):

- ✓ Uma estratégia, porque foca a organização na satisfação total do cliente
- ✓ Modelo formal de melhoria contínua, o DMAIC (do inglês, *Define, Measure, Analyse, Improve e Control*, ver Figura 3.1: Metodologia DMAIC )

Devido à abordagem integral do negócio, a metodologia 6-Sigma adequa-se à integração em modelos formais de gestão da qualidade como a norma ISO 9001:2000.

### 3.1.1. Método DMAIC

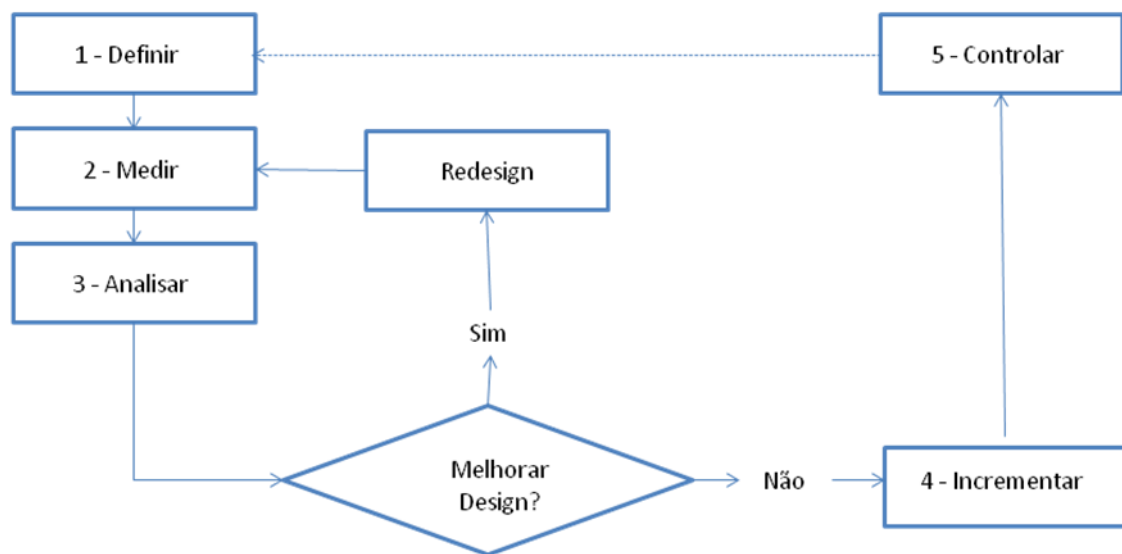
O método DMAIC, que se baseia no círculo virtuoso de melhoria contínua, o ciclo PDCA (*Plan – Do – Check – Act*), é a base da metodologia 6-Sigma, dado que é na sua aplicação que surgirão associadas todas as ferramentas e técnicas que compõem e caracterizam o 6-Sigma.

Consiste em seguir as 5 etapas seguintes (AEP, 2006), apresentadas na Figura 3.1: Metodologia DMAIC:

- I. *Definir* os objectivos do projecto. Enquadrar o projecto e o processo idealizado na estrutura da empresa e na sua envolvente de mercado (quer ao nível de clientes, quer ao nível de concorrência, requisitos legais, etc.).
- II. *Medir* os parâmetros chave do processo corrente e recolher os dados relevantes, obtendo o ponto de partida do nível dos resultados para futura avaliação do impacto do projecto. Avaliar a capacidade que o processo actual tem para satisfazer as necessidades definidas no ponto anterior. Nesta etapa são definidas as metodologias de controlo e os parâmetros de processo a serem controlados. Durante a fase de medição, são recolhidos dados sobre a estatística do processo. Compreendendo estas variáveis, e a sua relação com o todo do processo, pode determinar-se que variáveis têm um impacto mais provável nos atributos mais importantes para o Cliente.
- III. *Analisar* os dados obtidos tanto actuais como históricos e identificação dos desvios de processo. Desenvolvimento e validação de hipóteses sobre as fontes de variação e estabelecimento de relações de causa-efeito. Determinar que tipo de relações são, quantificar o impacto nos requisitos do cliente e assegurar que todos os factores foram tidos em conta. Pretende-se assim identificar e detectar todas as fontes de

variabilidade de processo, para posterior decisão sobre como lidar com o impacto provocado por cada uma delas. Nesta fase toma-se a decisão de continuar ou alterar o design seguido, a nível dos métodos de análise, com base nos quais os resultados finais irão ser medidos.

Figura 3.1: Metodologia DMAIC



Fonte: Adaptado de American Society for Quality, 2009

- IV. *Incrementar ou otimizar* o processo, com base em análises de dados utilizando delineamentos experimentais adequados, e introduzir melhorias incrementais de processo, eliminando ou reduzindo as fontes de variabilidade e ajustando os parâmetros de produção. Pode-se ainda nesta fase introduzir inovações, tais como, alterações à capacidade de processo (por exemplo, através da introdução de novos equipamentos) e novas metodologias de gestão.
- V. *Controlar* para assegurar que todas as variações aos objectivos são corrigidas antes de resultarem em defeitos. Montar produções piloto para estabelecer as capacidades

do processo, implementar na produção as alterações efectuadas e proporcionar os mecanismos de controlo e monitorização contínua do processo. Recomeçar o ciclo continuamente.

Trata-se de uma metodologia que atravessa toda a empresa e que requer responsáveis cuja função seja unicamente o desenvolvimento de melhorias contínuas. Não se pense, porém, que se trata do desenvolvimento isolado de uma equipa. Todos os elementos envolvidos nos processos que influenciem a perspectiva que o público tem sobre a organização necessitam de obter formação adequada para que, no longo prazo, conjuguem o seu desempenho com os padrões desejados.

### **3.1.2. Ferramentas e Técnicas de Gestão de Qualidade**

Como anteriormente foi referido, a metodologia 6-Sigma caracteriza-se pelo recurso exaustivo a ferramentas estatísticas e à sistematização do processo de negócio e suas variáveis. Desta forma procura-se assegurar a implementação do ciclo DMAIC e atingir-se os objectivos da metodologia 6-Sigma: reduzir custos, e melhorar satisfação do cliente através do controlo da variabilidade do processo de negócio.

Dada a grande multiplicidade de ferramentas e técnicas de gestão que se integram na metodologia 6-Sigma, optou-se por se formar os grupos seguintes:

- A. Definição do modelo de negócio e parâmetros de processo
- B. Medir e Controlar,
- C. Análise de Causa-Efeito
- D. Optimização

Estes grupos seguem um critério eminente prático e didáctico, tendo em vista a sua aplicação em organizações que desejem num futuro próximo a introdução de Sistemas

de Gestão da Qualidade, Metodologia 6-Sigma, ou apenas para integrar algumas técnicas *lean* no sistema produtivo.

No início de cada ponto, apresenta-se uma breve introdução do objectivo visado pelas técnicas nele constantes, seguido da descrição sucinta das mesmas e demonstração de execução, quando aplicável.

### ***3.1.2.a. Definição do Modelo de Negócio e Parâmetros de Processo***

Neste grupo são apresentadas as metodologias que permitem responder às seguintes questões:

- Quais as determinantes do modelo de negócio desejado?
- Qual a integração do modelo de negócio na economia?
- Quais os parâmetros de processo que satisfarão o mercado? Que requisitos de produto procura o cliente?

Para esse efeito recorrer-se-á às seguintes técnicas: Casa da Qualidade, EFM, BPM, análise SIPOC e determinação da capacidade de processo. Observe-se contudo que as mesmas não são independentes entre si, pois a sua aplicação individual complementa-se com as restantes técnicas, criando-se assim a estrutura formal no qual o projecto 6-Sigma será fundado.

#### **3.1.2.a.i. Quality Function Deployment (QFD) ou Casa da Qualidade**

*Quality Function Deployment* ou Casa da Qualidade, é uma das ferramenta que visa (1) identificar os requisitos do cliente e (2) transpor esses requisitos em parâmetros de qualidade e design de produto.

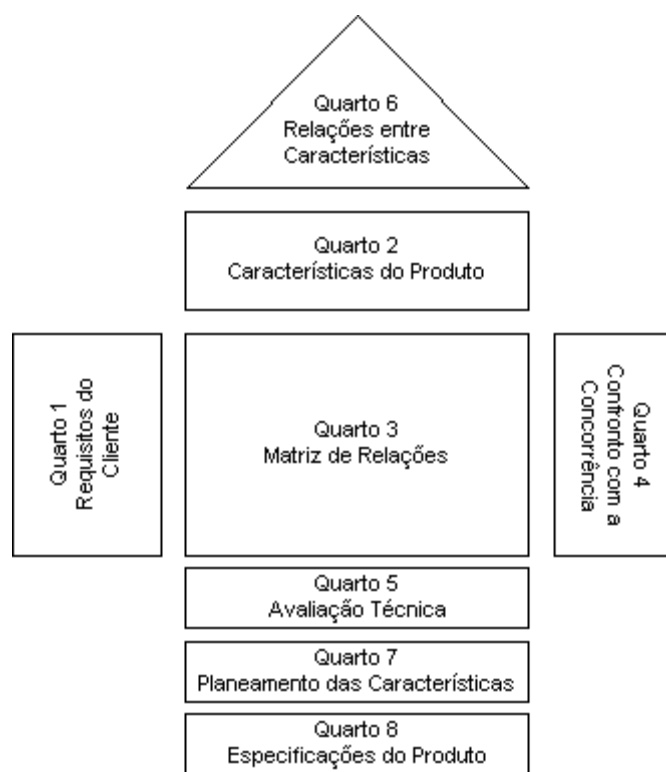
Pretende-se desta forma obter um conhecimento profundo das necessidades do cliente e das várias soluções de processo que permitem obter o resultado final pretendido,

determinando-se o que irá satisfazer o cliente e aonde se deverão concentrar os esforços de qualidade.

A Casa da Qualidade é uma técnica gráfica (ver

Figura 3.2) que permite estabelecer a relação entre os requisitos do cliente e as especificações de produto, e por sua vez entre estes e o processo da empresa versus concorrência.

Figura 3.2: Casa da Qualidade.



Fonte: Adaptado de AEP, 2006

Para se proceder à sua construção deverão ser seguidos os seguintes passos (AEP, 2006):

- ✓ Identificar o que o cliente pretende. As necessidades podem ser determinadas através de estudos de mercado, ver ponto 3.1.2.a.iii Quantitative Marketing Research (QMR), e Enterprise Feedback Management (EFM).
- ✓ Identificar como é que o produto/serviço poderá satisfazer o cliente (requisitos).
- ✓ Relacionar as necessidades com as características, desenvolvendo uma matriz com estas variáveis [corpo da casa].
- ✓ Identificar as relações entre as várias características de produto, definição do conceito do produto [telhado da casa].
- ✓ Atribuir rácios de importância às necessidades do cliente (segundo as que este mais valorizar) e às características da empresa, em conjunto com a definição das especificações de produto.
- ✓ Obtenção e definição do conceito, especificações e características de produto.

### **3.1.2.a.ii. Business Process Mapping (BPM)**

O *Business Process Mapping* refere todas as actividades que permitem definir e compreender melhor o processo de negócio.

Numa perspectiva ISO 9001:2000, as empresas deverão abordar o seu negócio do ponto de vista de processos de negócio, assegurando que são eficazes (o processo é o adequado para o resultado pretendido pelo cliente) e eficientes (ciclos de melhoria contínua para assegurar que os processos utilizam o mínimo de recursos necessários).

O objecto final do BPM é um sistema integrado multi-dimensional capaz de alcançar importantes objectivos de negócios, tais como: re-engenharia de processo, cumprimento legal, análise de negócio, e realização de simulações. Este sistema pode assim relacionar os vários *inputs* existentes (por exemplo: KPI, existências, documentos, bases de dados, sistemas de informação, etc.) com os *outputs* obtidos.

De um ponto de vista gráfico o BPM, refere-se a uma plataforma visual das várias unidades de produção, e respectiva estrutura casual que lhe é implícita, seus indicadores chave (vulgo KPI), e interligações, cujo grau de complexidade varia consoante cada organização. Por esse motivo as plataformas informáticas são as que proporcionam a melhor integração de todos os elementos, capacitando os gestores da organização com uma visão global de todos os fluxos e interligações entre os vários processos existentes na organização. Para esse efeito aplicações de gestão, do tipo SAP, Multi, PHC, normalmente incluem uma plataforma gráfica onde o se inclui o BPM.

### **3.1.2.a.iii. Quantitative Marketing Research (QMR), e Enterprise Feedback Management (EFM)**

A pesquisa de marketing quantitativa ou estudos de mercado é uma aplicação das técnicas de investigação qualitativa ao campo do marketing.

Como método de investigação social, recorre tipicamente a utilização de questionários que serão efectuados a prospectivos clientes. A informação assim obtida será posteriormente utilizada para a definição e caracterização da procura. Os resultados obtidos são também úteis para a definição dos planos de marketing, assim como na criação de estratégias de negócio.

Dada a sua especificidade, estas técnicas são normalmente realizadas por agências especializadas, permitindo assim resultados isentos e fiáveis, com os quais os responsáveis da organização ficarão habilitados convenientemente para a tomada de decisão.

### **3.1.2.a.iv. Análise SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers)**

**SIPOC** é o acrónimo em inglês para designar Fornecedores, Factores de Produção, Processo, Produto/Serviço e Clientes. O propósito desta análise é conhecer e focalizar a



organização no seu processo de negócio através da procura exaustiva dos vários elementos que a compõem. Assim esta análise é normalmente efectuada começando pelos clientes (procurando caracterizar a procura: Quem são? Onde estão? Que desejam? Como desejam?), depois pelo produto/serviço (caracterizar a oferta da empresa, confirmar em que medida vai ao encontro das expectativas e desejos da procura) e assim sucessivamente até aos fornecedores. Esta análise é realizada complementarmente ou como parte integrante de outras metodologias 6-Sigma (por exemplo, a Casa da Qualidade).

### **3.1.2.a.v. Determinação da Capacidade de Processo**

Cada processo é uma combinação única de ferramentas, materiais, métodos e pessoas comprometidas na produção de um determinado resultado (produto ou serviço). Todos os processos têm inerentemente uma variabilidade estatística que pode ser avaliada por métodos estatísticos.

A Capacidade de Processo é uma propriedade inerente ao processo, que pode ser expressa na forma de índice de Capacidade de Processo (e.g., Cpk ou Cpm) ou como índice de Performance de Processo (e.g., Ppk or Ppm). Com base nestes resultados, poder-se-á prever as quantidades resultantes do processo em estudo.

Na determinação da Capacidade de Processo dever-se-á (1) medir a variabilidade do processo e (2) compará-la com as especificações do produto (por exemplo, se uma determinada máquina enlatadeira consegue cumprir com o intervalo de pesos de enchimento previstos em orçamento).

### **3.1.2.b. Medir e Controlar**

Neste grupo serão apresentadas as técnicas correspondentes à fase de Medição e Controlo do método DMAIC. Com efeito, após o processo ser implementado, urge

garantir que o mesmo se realiza dentro dos parâmetros definidos, de modo a que toda a variação existente seja devidamente identificada e analisada. Após cada alteração dever-se-á restabelecer todo o ciclo de controlo e acompanhamento de processo, recomeçando o círculo virtuoso.

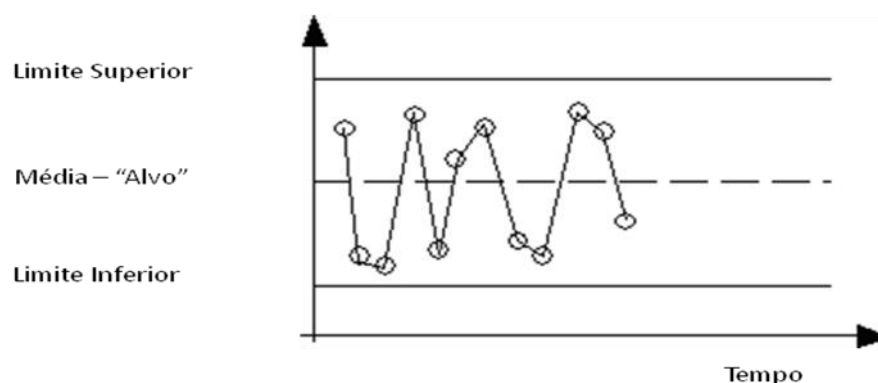
Para o efeito, existem algumas técnicas simples que permitem observar e controlar o desempenho operativo do processo, tais como: análise de variância, cartas de controlo de processo, fluxogramas e check-lists.

### 3.1.2.b.i. Cartas de Controlo de Processo

As cartas de controlo de processo são utilizadas para determinar e controlar se um determinado processo se encontra dentro das especificações definidas. Nestas é representado graficamente o desempenho de um determinado processo ao longo do tempo. Existem vários tipos de gráficos consoante o parâmetro de processo a controlar, tendo todos eles como denominador comum o estabelecimento de limites. Quando um processo decorre dentro dos limites definidos pode-se afirmar que está em controlo estatístico.

Uma carta de controlo de processo consiste em (ver Figura 3.3):

Figura 3.3: Carta de Controlo de Processo



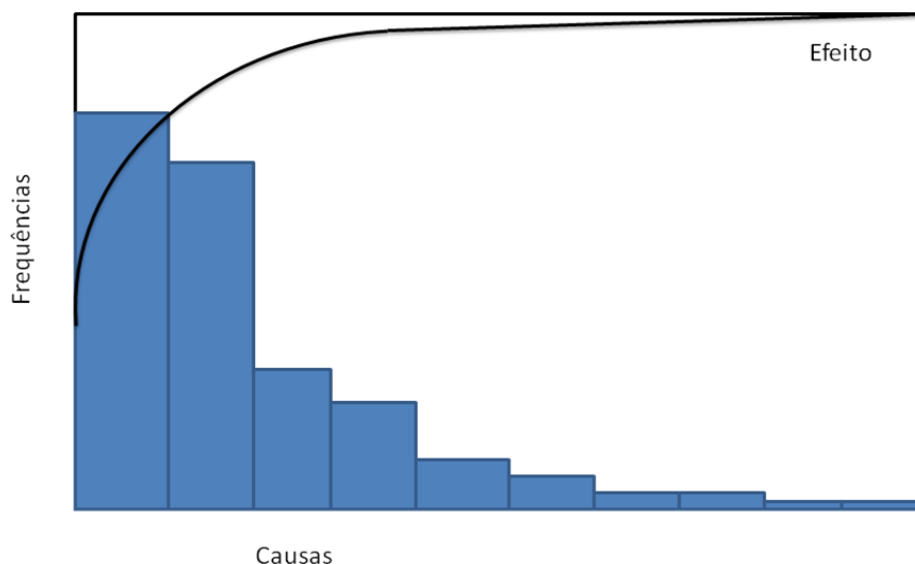
Fonte: Adaptado de AEP, 2006

- Pontos representando os dados a analisar ao longo do tempo
- Uma linha central, correspondente à média de processo
- Limites inferiores e superiores (também designados por limites naturais de processo) que indicam o nível dentro do qual o processo deverá decorrer.

### 3.1.2.b.ii. Histogramas

Os histogramas são normalmente gráficos de barras que apresentam a distribuição das frequências de uma determinada variável em estudo. Com isto obtém-se um maior conhecimento da variável, sendo também utilizados para descrever a variável e testar a sua distribuição. Por este motivo são a técnica utilizada preferencialmente para efectuar a análise de Pareto, ao representarem em abcissas as causas e em ordenadas as frequências absolutas e ou acumuladas, conforme Figura 3.4.

Figura 3.4: Histograma – Análise de Pareto



### 3.1.2.b.iii. Fluxogramas de Processo e *Check-Lists*

Os fluxogramas são esquemas gráficos (por exemplo Tabela 5.1: Fluxograma de produção de conservas de atum) onde constam os procedimentos de cada processo e os parâmetros a controlar. A sua utilidade e importância deve-se ao seu fácil

manuseamento e rapidez de disseminação da informação por todos os colaboradores. Também poderão ser utilizados para identificar causas dos problemas, ao permitir fazer a rastreabilidade do processo a montante e a jusante da cadeia de produção.

A utilização dos fluxogramas é complementada com a utilização de check-lists. Desta forma garante-se a responsabilização do operador pela execução e observância dos procedimentos definidos para cada processo.

### 3.1.2.b.iv. Análise de Variância

A análise de variância num contexto de metodologia 6-Sigma pode representar duas situações: 1) realização de um teste estatístico designado por ANOVA que permite identificar se a variância observada entre duas variáveis poderá ter ligação ou não, ou 2) referir-se a uma metodologia de acompanhamento de processo onde são apontadas as causas/motivos de variância (sendo estas posteriormente motivo de tratamento através da análise de Pareto). A primeira abordagem apresenta um carácter eminentemente científico e exploratório (útil na determinação de relações causa-efeito), a segunda constitui uma ferramenta de acompanhamento de processo de enorme simplicidade e aplicabilidade, pelo que será apresentada seguidamente (ver Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Análise de Variância

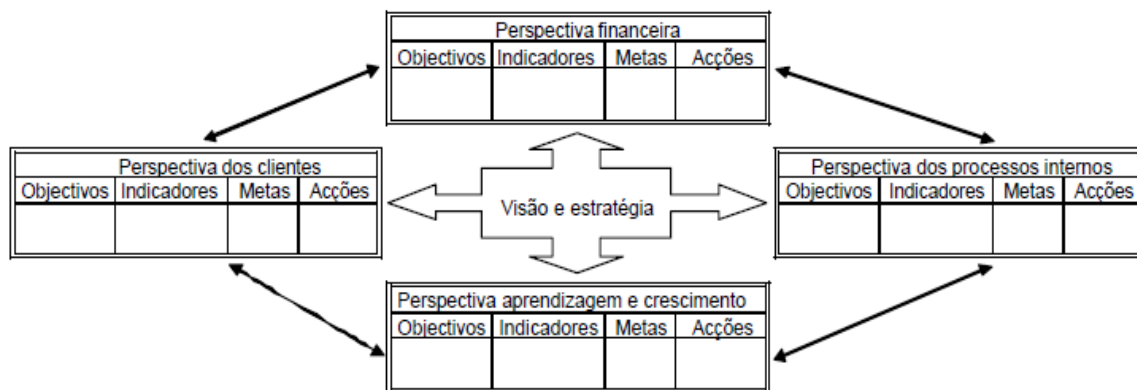
Hora	Previsto	Real	Desvio	Justificação/acção correctiva
8:00	50 latas	25 latas	-25 latas	Arranque da linha às 8:30 devido a avaria na máquina de marcação dos lotes – contactada a Manutenção para arranjar avaria
9:00	50 latas	48 latas	-2 latas	Descuido da operadora
10:00	50 latas	50 latas	0	

Numa folha colocar-se-á os resultados horários previstos, conforme definidos pela capacidade de processo, à frente de cada hora colocar-se-á o resultado obtido, o desvio (a diferença entre ambos), a justificação (em minutos, unidades, outros) do mesmo e respectivas acções correctivas realizadas. Deste modo, reúne-se na mesma folha as causas e os efeitos de cada fonte de variância.

### **3.1.2.b.v. Balanced Scorecard (BSC)**

Um dos modelos conceptuais de avaliação do desempenho organizacional mais conhecido e utilizado parece ser o *Balanced Business Scorecard* (Kaplan e Norton, 1992). O conceito de BSC surgiu nos EUA, e propagou-se progressivamente para os países anglo-saxónicos e escandinavos, impregnados por uma cultura de relato essencialmente financeiro, devido em grande parte à influência dos accionistas na vida das empresas, procurando complementar as medidas de desempenho das organizações com novos indicadores não financeiros.

Trata-se de um modelo integrado de quantificação do desempenho organizacional, desenvolvido por Kaplan et Norton (1992), conforme Figura 3.5. Tem como objectivo principal fornecer aos gestores uma visão global e integrada do desempenho organizacional, através de um conjunto equilibrado de indicadores do desempenho sobre quatro perspectivas: clientes, financeira, processos internos e crescimento/aprendizagem, que os ajudasse a alcançar os objectivos organizacionais, procurando a convergência das acções de gestão operacional da organização com a visão da mesma.

Figura 3.5: *Balanced Scorecard*.

Fonte: Adaptado de Kaplan e Norton (1992)

Desta forma, o BSC funciona como um *Master Plan* onde são integrados todos os projectos 6-Sigma em curso, e alinhados para atingir resultados com vista à concretização da estratégia e visão da empresa.

Enquanto instrumento de implementação da estratégia (Kaplan e Norton, 2001), o BSC tem como principais funções:

- Comunicar a estratégia a toda a organização;
- Alinhar as acções com os objectivos estratégicos;
- Medir o desempenho organizacional.

### 3.1.2.c. *Análise de Causa-Efeito*

Numa óptica 6-Sigma, todas as fontes de variância deverão ou ser eliminadas ou controladas. Nesse sentido desenvolveram-se técnicas específicas de procura e despiste das causas de origem de variância, que posteriormente servirão de apoio ao passo seguinte, a optimização de processo. Incluem-se aqui as técnicas como o Diagramas

Ishikawa e a Análise de Pareto, que se integram numa metodologia mais abrangente: a análise de Causa-Efeito ou RCA (do inglês *Root Cause Analysis*).

A análise de causa-efeito, ou de causas primárias, é um método de resolução de problemas que se foca na identificação das causas que estão subjacentes a determinado problema/evento, por oposição aos tratamentos paliativos dos sintomas dos problemas (por exemplo, erros de impressão nos estojos dos formatos encartonados derivados ao mau desenho da linha podem ser solucionados com o “desenrascanço” da máquina de inkjet – paliativo – ou com o redesenho da linha – causa de origem). Assim ao direccionar os esforços na resolução dos problemas de origem pretende-se eliminar as recorrências dos mesmos no futuro. Todavia, e dado que nem sempre se consegue com uma única intervenção eliminar esses problemas, o RCA afirma-se como um processo interactivo utilizado numa perspectiva de melhoria contínua.

Inicialmente desenvolvido numa óptica reactiva de detecção e resolução, o objectivo último deste método é tornar-se proactivo na previsão dos problemas e solucioná-los antes de ocorrerem.

Existem métodos semelhantes à RCA que podem ser categorizados, consoante a sua óptica base:

- RCA de Segurança, descende dos campos da análise de acidentes e segurança e saúde no trabalho.
- RCA de Produção, tem as suas origens nos controlos de qualidade em produção industrial.
- RCA de Processo, é basicamente uma adaptação do anterior para os processos de serviços.
- RCA de Falhas, provém da análise de falhas empregues em engenharia e manutenção.

- RCA Sistémico, emerge como uma amálgama das escolas precedentes com a gestão de mudança, gestão de risco e análise de sistemas.

Princípios gerais para realizar uma RCA:

- Direcção de medidas de melhoria de performance às causas de origem é mais eficiente do que apenas tratar dos sintomas de um problema.
- Para ser de facto eficiente, a RCA deverá ser realizada de forma sistemática, com conclusões baseadas em evidências sólidas.
- Existe na maior parte das vezes mais do que uma causa para um determinado problema.
- Para ser eficaz, a análise deverá estabelecer todas as relações casuais entre as causas de origem e o problema definido.

A RCA transforma a cultura reactiva de manutenção em cultura proactiva, evitando que um determinado problema escale em gravidade, afectando a variabilidade de processo.

Procedimento geral para realizar e documentar uma acção correctiva RCA (ver também o ponto 3.1.2.d.v Método MASP):

1. Definir o problema.
2. Reunir informações/dados relativos ao problema.
3. Indagar os Porquês do problema e identificar as relações casuais associadas ao problema definido.
4. Identificar que causas poderão ser removidas ou alteradas para prevenir a recorrência do problema.



5. Identificar quais as soluções efectivas que previnem a recorrência, que se encontrem ao nosso alcance, que permitem atingir os objectivos propostos e que não provoquem outros problemas secundários.
6. Implementar as recomendações obtidas.
7. Assegurar que as soluções propostas asseguram a efectividade pretendida.
8. Aplicar a metodologia para a redução de variabilidade para a resolução de problemas.

De notar que as etapas 3 a 5 são as mais críticas para realizar uma acção correctiva com sucesso, ao orientar efectivamente o esforço para corrigir a raiz do problema.

Em continuação abordaremos algumas das técnicas RCA.

### **3.1.2.c.i. 5 W ou 5 Porquês**

É um método interrogativo que pode ser utilizado para explorar relações de causa-efeito relacionadas com problemas particulares. Em última análise o objectivo deste método é estabelecer as causas de origem de defeitos ou problemas.

O exemplo seguinte demonstra o processo básico:

Um automóvel não arranca (problema)

- porquê? (1) – ficou sem bateria;
- porquê? (2) – o alternador não está a funcionar, logo não a carregou convenientemente;
- porquê? (3) – a correia do alternador partiu-se;
- porquê? (4) – a correia do alternador já ultrapassava o seu período de vida útil e nunca fora substituída;
- porquê? (5) - o responsável pela viatura, não seguiu o calendário de manutenção

programado pelo construtor (causa de origem).

A utilização deste método pode levar ainda a mais níveis de porquês, todavia a chave real de sucesso na sua aplicação é encorajar os operadores a evitarem assumpções e armadilhas lógicas e em vez disso procurarem a linha de casualidade em incrementos directos a partir dos efeitos observáveis. Desta forma, a natureza do problema assim como a sua solução tornam-se imediatas.

Todavia, este método apresenta algumas reservas, nomeadamente por ser demasiado simplista:

- as conclusões obtidas poderão ter elas mesmas outras causas de origem que estão para além do conhecimento dos investigadores;
- falta de apoio para os operadores perguntarem os porquês correctos e necessários;
- tendência para os investigadores pararem nos sintomas em vez de irem mais longe nas causas de origem;
- os resultados não são repetíveis, os mesmos problemas de origem poderão ter causas diferentes consoante os operadores.

Deste modo, para evitar estas armadilhas, que surgem normalmente quando se utiliza apenas deduções, é boa prática observar *in loco* as respostas fornecidas em cada etapa.

### **3.1.2.c.ii. Modelos de Falha-Efeito - Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)**

Estes modelos são utilizados para se determinar as consequências e efeitos de cada falha (erros, defeitos, falhas de design) no sistema/produto ao longo do ciclo de vida do produto, e podem ser actuais ou futuros. A FMEA está integrada nos sistemas de controlo de qualidade e é utilizada como ferramenta para mitigar os riscos e delinear

uma estratégia de prevenção ao nível de desenvolvimento de produto e produção. Cada causa deverá ser considerada pelo seu efeito no produto ou processo, e com base no risco tomadas as decisões adequadas (Toledo e Amaral, 2009).

O modelo formal avalia cada causa consoante os seguintes factores:

### i – Severidade (S)

Determinar todos os modos de falha com base nos requerimentos funcionais (ver 3.1.2.a.i Quality Function Deployment (QFD) ou Casa da Qualidade) e seus efeitos, tendo em atenção que uma falha pode induzir a outra. Posteriormente cada falha deverá ser expressa em termos técnicos e por função, e por fim determinado o resultado da falha tal como o cliente o percebe.

Seguidamente e com base nessa avaliação, julgar cada falha pela sua severidade, atribuindo-se uma escala de gravidade de falhas (normalmente 1 – pouco grave a 10 – crítico), que poderão conduzir ao redesenho do produto/processo.

### ii – Ocorrência (O)

Nesta etapa é necessário observar cada causa de falha e avaliar a frequência da sua ocorrência, quer recorrendo a comparações com processos/produtos semelhantes quer através do histórico existente.

Consoante os resultados obtidos, atribuir uma pontuação relativa às frequências das causas de cada falha, considerando-se também a própria frequência de uso do produto/processo em questão. (1 – pouco frequente a 10 – muito frequente).

### iii – Detecção (D)

Cada uma das causas é nesta fase avaliada pela sua capacidade de detecção e correcção, considerando-se as ferramentas à disposição. Com estas ferramentas é elaborado um plano de verificação para o produto/processo antes que este chegue ao cliente. Baseado

nestes deverá ser efectuado o levantamento da capacidade do sistema detectar cada uma das causas de falha em estudo. Novamente é dada uma pontuação a cada causa (1 – facilmente detectada a 10 – dificilmente detectada)

Com base nos resultados obtidos nestas etapas são calculados os números de prioridade de risco (RPN, do inglês *Risk Priority Numbers*), de acordo com a fórmula:  $RPN = S \times O \times D$ , ver Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Modelo FMEA – Exemplo do levantamento de Riscos do Processo de enlatamento de uma lata de conserva

Risco	S	O	D	RPN
Desatenção da operadora enlatadeira	2	6	5	60
Corpo estranho na lata	10	1	9	90
Falsa cravação	3	4	5	70

Uma vez calculado e definidos os RPN de todo o processo é fácil avaliar as áreas de maior risco. Posteriormente, definem-se os planos de contingência, o plano de verificação e inspecção, e o redesenho de processo/produto, adequados para a prevenção/redução de cada uma das causas. As formas mais comuns de redução do RPN passam por eliminação das falhas de raiz, minimização da severidade das falhas, redução da ocorrência das falhas e melhoramento da detecção.

O FMEA deverá ser actualizado sempre que se começar um novo ciclo de produto ou processo, se alterarem as condições de processo, se efectuarem mudanças no design, se novos requerimentos legais forem aprovados e instituídos, e sempre que os clientes reportarem problemas. Para esse efeito o corpo documental enumerado na Tabela 3.3 deverá ser mantido actualizado e revisto periodicamente.

Tabela 3.3: Documentos necessários para executar a FMEA

FMEA de Produto	FMEA de Processo
Lista de Peças	Lista de Peças
Desenhos	FMEA de Produto ou Peça
Resultados de Ensaios	Desenhos de Fabricação
FMEA de produtos semelhantes	Planos de inspecção
FMEA já realizados para o produto	Estatísticas de falha de processo
	Estudos de capacidade de Máquina

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral, 2009

O FMEA pode ser assim utilizado para desenvolver os requisitos de sistema que minimizem o risco de ocorrência de falhas, desenvolver os métodos para desenhar e testar sistemas que assegurem a eliminação de falhas, avaliar os requerimentos dos clientes em ordem a assegurar que estes não representam potenciais riscos de falha, identificar certas características no desenho do produto que contribuem para a ocorrência de falhas, rastreabilidade e gestão dos riscos potenciais no design (evitando a repetição destes em projectos futuros), e assegurar que as falhas existentes não comprometem a sustentabilidade e viabilidade da empresa.

### 3.1.2.c.iii. Análise de Pareto

A análise de Pareto é uma técnica estatística que analisa a distribuição da frequência relativa de cada causa com a frequência acumulada do seu efeito, sendo que à semelhança de como fora descrito por Vilfredo Pareto, economista italiano do século XIX, 80% dos problemas de uma empresa resultam de 20% das causas. Como

anteriormente se observou no ponto 3.1.2.b.ii e na Figura 3.4: Histograma – Análise de Pareto, através de Histogramas pode-se graficamente perceber as causas responsáveis pela maioria dos problemas.

Desta forma, esta análise é efectuada para se determinar as principais causas de defeitos e variância que ocorrem num processo. De um modo geral, ao se eliminar de forma progressiva a causa principal, repetir-se-á o mesmo princípio de distribuição embora com novos factores.

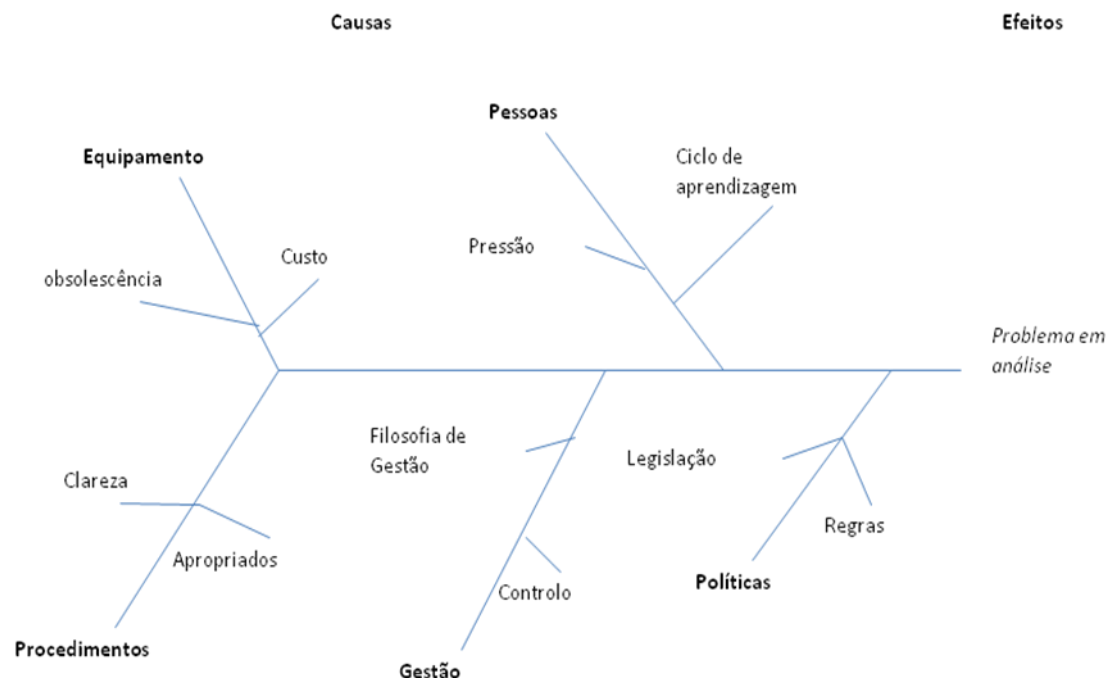
### **3.1.2.c.iv. Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa-Efeito**

Os diagramas de Ishikawa também designados por diagramas em espinha ou de causa-efeito expõem de forma sistemática as causas de um determinado evento (ver Figura 3.6: Diagrama de Ishikawa.).

Uma das utilizações mais comuns é no desenvolvimento de produto para identificar os factores potenciais que são necessários para se obter um determinado resultado global final.

As causas representadas no diagrama são frequentemente baseadas num conjunto definido de causas, tais como os 6 M (do inglês: *machine, method, materials, maintenance, man, mother nature*) ou equipamento, processos, pessoas, materiais, ambiente, e gestão (ver o ponto 3.1.2.c.v Elementos básicos que tipificam as causas de origem). Estes diagramas permitem revelar relações chave entre as várias variáveis, e as causas possíveis providenciam uma perspectiva mais profunda no comportamento do processo (Tague, 2004).

Figura 3.6: Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Adaptado de Tague, 2004

Um diagrama de Ishikawa desenvolve-se genericamente da direita para a esquerda, ver figura infra.. Normalmente inicia-se o diagrama em sessões de brainstorming sobre o efeito base (utilizando a técnica dos 5W, atrás enunciada, podem-se atingir vários níveis de causas-efeitos).

Essas causas são depois agrupadas por afinidades entre si e dispostas por categorias ao longo da espinha do diagrama. Geralmente a causa mais ramificada indicia os factores mais influentes no processo. As causas deverão ser específicas, mensuráveis e controláveis. O diagrama de Ishikawa pode também ser utilizado com o diagrama de Pareto para se determinar a importância relativa de cada factor para o efeito final.

### 3.1.2.c.v. Elementos básicos que tipificam as causas de origem

Embora este ponto não aborde nenhuma técnica em específico, torna-se relevante para o tema em estudo apresentar os vários elementos que normalmente constituem as causas

de origem dos desvios observados, e que serão identificados no decurso da aplicação das técnicas anteriormente referidas.

Deste modo, a sua enumeração adquire especial significado em reuniões de brainstorming, ou na aplicação dos 5 porquês, entre outras.

- Materiais – defeitos de origem
- Falta de matéria-prima
- Máquina/Equipamento não adequado ou não apropriado
- Fraca concepção ou desenho das instalações/equipamentos
- Equipamento/ferramenta com defeitos de fabrico
- Desenho ou layout dos trabalhos
- Exigências físicas da tarefa
- Forças da natureza
- Equipa de Gestão (envolvimento, estratégias, etc.)
- Desatenção do operador
- Riscos de tarefas não considerados
- Falta ou inadequação de procedimentos
- Falhas de comunicação
- Falta ou inadequação de formação
- Fraco envolvimento dos operadores
- Falha na avaliação de riscos
- Não eliminação de riscos identificados
- 4M+E (Man, Machine, Materials, Method and Environment).
- Stress do operador e do equipamento
- Má limpeza do local de trabalho ou ambiente desorganizado



### 3.1.2.c.vi. Os Cinco S's

O processo dos cinco S's, é um processo sequencial que permite que as empresas clarifiquem os seus actos (ver Figura 3.7: Os 5S.). A sua importância para a implementação da metodologia 6-Sigma advém da capacidade de organização do espaço/processo que proporciona.

Figura 3.7: Os 5S.



Fonte: <http://melhoriacontinua.blogs.sapo.pt/2004/04/>

Com efeito, quando mais organizado se encontrar o local de trabalho, melhor se consegue identificar a fonte de “ruído” (i.e., causa de origem) para as variações detectadas no processo. De igual modo alcançam-se maiores produtividades ao se melhorar a comunicação entre operadores, padronizar procedimentos, e por tornar o local de trabalho visualmente mais aprazível.

Os Cinco Ss são (Skaggs, 2009):

- ✓ **Seri:** Organizar a empresa, libertando-se assim do que não é necessário

(ficheiros antigos, materiais, etc.).

- ✓ **Seitor:** Limpeza dos escritórios e áreas de trabalho.
- ✓ **Seiso:** Limpeza das fábricas, instalações e equipamentos, para que funcionem melhor e não existam locais que estejam escondidos por deterem possíveis problemas (instalações, etc.).
- ✓ **Seiketsu:** Localização pré-determinada de ficheiros, ferramentas, etc., permitindo assim, que se ocorrer um problema facilmente se retome o trabalho normal.
- ✓ **Setsuke:** Ter disciplina necessária para se manter todos os quatro S's referidos anteriormente.

### 3.1.2.c.vii. Análise É/Não-É

Esta ferramenta (Kepner e Tregoe, 1978) é outra aplicação especial do diagrama matriz para a resolução de problemas. O método auxilia na identificação e organização de informações específicas sobre o problema de interesse e acesso ao seu conhecimento actual. A

Tabela 3.4 mostra um exemplo de uma Análise É/Não-É.

A ideia do método é compreender as diferenças quando o problema está a ocorrer e quando não está. As questões onde, quando, quem, que tipo e quanto são usadas para entender melhor o problema. A análise É/Não-É fornece uma maneira útil de resumir o conhecimento actual sobre um problema e inicia-se com investigações para tornar este

conhecimento mais completo.

Tabela 3.4: Análise É / Não É

<b>Problema Abastecimento Vazio, fábrica de conservas</b>	<b>É (o problema ocorre)</b>	<b>Não É (o problema não ocorre)</b>
Onde? Localização física ou geográfica	Lata amachucada à saída da Linha 4	Lata vazia antes da Linha 4
Quando? Hora, dia, mês...	Sempre que estiver em funcionamento	Quando não trabalha
Quem? Grupos, indivíduos, etc..	Qualquer operador	n.a.
Que tipo? Categoria, tipo, outras variáveis de estratificação	Lata amachucada que aparece virada ao contrário, passando no alinhador	Lata normal dentro dos parâmetros
Quanto? Extensão, grau ou duração	Aumento progressivo da taxa com defeitos	n.a.

### **3.1.2.d. Optimização**

No contexto deste trabalho entender-se-á como processo de optimização todas as alterações que se efectuem ao processo em estudo no sentido da redução da sua variabilidade presente e futura, pretendendo-se assim obter de forma continuada uma melhoria dos parâmetros de capacidade de processo.

Assim, e de acordo com a abordagem definida, existem dois tipos de optimização: o de correcção e o de incremento. O primeiro está relacionado com o ponto anterior: análise de causa-efeito, e procura eliminar ou reduzir a variabilidade de processo. O segundo procura através da introdução de novas metodologias ou equipamentos melhorar os parâmetros actuais de processo.

Em ambos os casos, são introduzidas alterações ao processo. Nesse aspecto utilizam-se experiências piloto e ferramentas estatísticas assentes em investigação de acordo com o método científico, para se obterem mais informações sobre o impacto das mesmas, procurando-se garantir os resultados pretendidos.

Apresentam-se também outras técnicas de optimização como o caso dos métodos de Taguchi. Para auxiliar na definição de prioridades apresentam-se duas técnicas: a Matriz Pick, e a análise de Custo-Benefício.

### **3.1.2.d.i. Delineamento Experimental**

Qualquer delineamento experimental consiste na preparação de uma experiência na qual se pretende testar uma hipótese,  $H_0$ . Em 6-Sigma, uma equipa de projecto planifica o DOE (Design Of Experiments). Posteriormente realiza as experiências para identificar os determinantes críticos ou "poucos vitais", e para determinar o modelo matemático de funcionamento do processo.

A optimização do funcionamento do processo surge utilizando técnicas tais como o Métodos de Superfície de Resposta e Operação Evolutiva (EVOP) ou Método de Taguchi.

#### **3.1.2.d.i.1. Método de Superfície de Resposta**

Este método de delineamento experimental estatístico advoga a realização de ensaios sequenciais aleatórios, varrendo o espectro de interacções possíveis entre as várias

variáveis em estudo, criando as referidas curvas de superfície de resposta, da análise das quais se extraem os pontos que posteriormente serão testados em maior profundidade. Desta forma, procura-se reduzir a quantidade de ensaios necessários para se encontrar os pontos óptimos (por oposição ao Método Taguchi, ver próximo ponto), eliminando-se assim as interacções mais fracas ou inexistentes, permitindo focar os recursos no estudo das variáveis remanescentes.

Esta técnica requer todavia o recurso a programas específicos de estatística (por exemplo STATISTICA), assim como um conhecimento avançado de métodos estatísticos para uma análise e interpretação correcta dos dados obtidos.

### 3.1.2.d.i.2. Operação Evolutiva<sup>1</sup>

Este método de delineamento experimental advoga a utilização de ensaios experimentais em produções reais dentro dos limites de variação de processo e assim incrementalmente ir optimizando o processo sem afectar significativamente a qualidade do produto final.

Trata-se de um método de fácil aplicação em processos produtivos que apresentem variabilidades elevadas, onde se podem explorar os comportamentos de processo testando os limites que este apresenta.

### 3.1.2.d.i.3. Método de Taguchi

O método de delineamento experimental Taguchi é um conjunto de métodos estatísticos desenvolvidos por Genichi Taguchi para melhorar a qualidade dos produtos manufacturados. Caracteriza-se por planificar produtos ou processos de tal modo que sejam robustos em relação às condições ambientais, em relação a variações dos

---

<sup>1</sup> <http://thequalityportal.com/articles/evop.htm>

componentes, e em minimizar variações à volta de um determinado valor/parâmetro requerido (por exemplo peso escorrido de uma lata de atum).

Taguchi considera a existência de três fases no desenvolvimento de um produto ou de um processo (Bernardo Gil, 2009):

- I. Design do Sistema – envolvendo criatividade e inovação, idealiza-se o conceito de processo pretendido.
- II. Design dos Parâmetros – uma vez estabelecido o conceito, são atribuídos valores aos parâmetros de processo e variáveis afectas (por exemplo, temperaturas de funcionamento, matérias-primas, etc.). Dever-se-á ter em atenção nesta etapa que a escolha dos parâmetros é essencial para minimizar os efeitos na performance, provenientes da variação na produção e no ambiente e o erro cumulativo. Esta etapa também é designada por robustificação de processo.
- III. Tolerância de Sistema – uma vez definido o Design dos Parâmetros e conhecidos os efeitos que os mesmos exercem sobre a performance do sistema, os esforços poderão ser orientados na redução e controle da variação das principais variáveis críticas (identificadas através da análise de Pareto). Devem ser detectados os componentes que são mais sensíveis e quais os que podem ser usados com uma tolerância grande.

A estratégia de robustificação visa prevenir a ocorrência de problemas, considerando que o custo para a sociedade das perdas de qualidade resultantes de um produto defeituoso supera o custo de incorporação das tolerâncias no processo produtivo (ver Equação 3.1: Função de perda de Taguchi). Desta forma os produtos finais ficam menos

sensíveis à variação interna de cada um dos seus componentes, garantindo-se uma maior qualidade global do produto.

Equação 3.1: Função perda de Taguchi

$$L(y) = k (y - m)^2$$

Legenda:

- $L(y)$  - perda em dinheiro por unidade de produto quando as características de qualidade são iguais a  $y$
- $k$  - constante de proporcionalidade
- $(y-m)$  – tolerância;  $y$  - valor da variável relacionada com a qualidade do produto,  $m$  - valor nominal (meta) de  $y$

#### 3.1.2.d.ii. Ferramentas Estatísticas

O uso de ferramentas estatísticas para realizar experiências é imprescindível, pois confere validade matemática (repetibilidade e extrapolações) aos resultados obtidos, desde que enquadradas em experiências realizadas de acordo com o método científico. A sua utilização observa-se no enquadramento de um delineamento experimental e cada ferramenta (ver Tabela 3.5: Ferramentas Estatísticas) deverá ser executada conforme os pressupostos matemáticos respectivos.

Tabela 3.5: Ferramentas Estatísticas

Estatística descritiva	Dados contínuos	Localização	Média (Aritmética, Geométrica, Harmónica) - Mediana - Moda
		Dispersão	Amplitude – Desvio-padrão – Coeficiente de variação –

			Percentil
		Momento	Variância - <i>Skewness</i> - <i>Kurtosis</i>
	Dados categóricos	Tabelas de Contingência – tabelas de frequência	
Inferência Estatística	Inferência	Teste de hipóteses - Significância - Potência - Hipótese nula/Hipótese alternativa - Erro de tipo I - Erro de tipo II - Teste Z - Distribuição t de Student - Máxima verosimilhança - Normalização - Valor p - Análise de variância - Intervalos de confiança	
	Amostragem	Amostragem Aleatória Simples (com reposição, sem reposição) - Amostragem Estratificada - Amostragem por Conglomerados - Amostragem Sistemática	
	Estimação da amostra	Força estatística – efeito de tamanho – erro padrão	
	Testes específicos	Normalidade (Z-test)• Teste t-Student• Teste F, Teste Chi-Quadrado, Teste de Pearson, Wald, Mann–Whitney, e Wilcoxon	
	Análise de sobrevivência	Função de sobrevivência - Kaplan-Meier - Teste log-rank - Taxa de falha - <i>Proportional hazards models</i>	
	Correlação	Variável de confusão - Coeficiente de correlação de Pearson - <i>Rank correlation</i> (Coeficiente de correlação de postos de Spearman, Coeficiente de correlação tau de Kendall)	
	Modelo Linear	Análise de variância – análise de co-variância – modelo linear	
	Regressão	Regressão linear - Regressão Não-linear - Regressão logística - Modelos Lineares Generalizados	
	Análise Multivariada	Distribuição Normal Multivariada - Componentes Principais - Análise Factorial - Análise Discriminante - Análise de "Cluster" ou Análise de Componentes Principais – Metodologia de Superfícies de Resposta (RSM)	
	Análise Multivariada		
Inferência Estatística	Distribuição de probabilidade	Normal - De Pareto - De Poisson - De Bernoulli - Hipergeométrica - Binomial - Binomial Negativa - Gama - Beta - T-student - F	
	Séries Temporais	Modelos para Séries Temporais - Tendência e Sazonalidade - Modelos de Suavização Exponencial - Modelos ARIMA - Modelos Sazonais	
	Estatística Não-Paramétrica	Teste Binomial - Teste Qui-quadrado - Teste Kolmogorov-Smirnov - Teste de McNemar - Teste dos Sinais - Teste de Wilcoxon - Teste de Walsh -	



		Teste de Fisher - Teste Q de Cochran - Teste de Kruskal-Wallis - Teste de Friedman
Gráficos	Barras – Caixas – Cartas de Controlo – Histograma – Linhas – Superfícies de Resposta	

Fonte: Adaptado de Newbold *et al* (2007)

Note-se a importância da observância da homocedasticidade da variância (a homocedasticidade obtém-se quando uma determinada variável tem variância constante durante o processo, por oposição verifica-se heteroscedasticidade). A importância de se observar a primeira no estudo de qualquer deve-se à simplificação que introduz no desenho experimental e consequente modelo estatístico, sendo esta uma das *assumpções* para se realizarem modelos de regressão linear.

### 3.1.2.d.iii. Matriz PICK

A Matriz PICK (do inglês, *Possible, Implement, Challenge e Kill*) é uma ferramenta *Lean Manufacturing* desenvolvida por Lockheed Martin, para organizar ideias de melhoria de processos e priorizá-las durante as fases de iniciais dos projectos 6-Sigma

Quando deparados perante múltiplas ideias de melhoria de processo, uma Matriz PICK (ver Tabela 3.6: Matriz PICK) pode ser utilizada para determinar qual a mais útil. Nesta existem quatro categorias numa Matriz 2\*2, cujo eixo horizontal representa os benefícios potenciais e o eixo vertical a facilidade/custo de implementação. Consoante o quadrante onde a ideia seja classificada, a Matriz PICK define as seguintes possíveis acções (tradução do acrónimo inglês PICK):

Tabela 3.6: Matriz PICK

Fácil de Aplicar	<i>Possível</i>	<i>Implementar</i>
Difícil de Aplicar	<i>Eliminar</i>	<i>Desafio</i>
	Baixo Retorno	Alto Retorno

#### 3.1.2.d.iv. Análise de Custo-Benefício

A análise de Custo-Benefício refere-se a:

- ✓ Um método de avaliação de projectos ou propostas
- ✓ Uma abordagem informal de auxílio à tomada de decisão

De ambas as formas, a análise envolve, quer explícita quer implicitamente, a consideração de todos os custos esperados comparativamente aos benefícios respectivos que uma ou mais decisões possam acarretar, de forma a que a opção mais rentável seja encontrada.

Um dos requisitos para que esta análise seja eficiente é valorizar economicamente todos os custos e benefícios, ao longo do período em estudo (por exemplo, o custo de compra de um equipamento é reflectido na sua amortização). Desta forma os fluxos dos benefícios e custos são valorizados numa base comum, obtendo-se um resultado final por cada opção que normalmente é expresso nos seguintes indicadores:

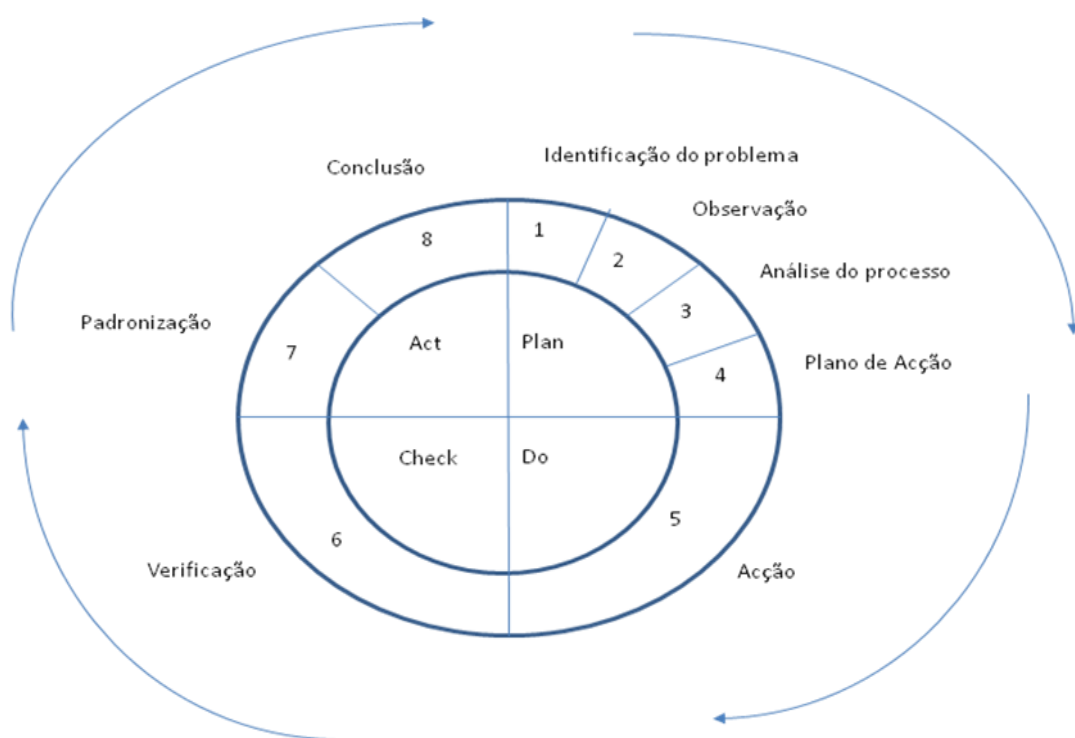
- PVB (present value of benefits);
- PVC (present value of costs);
- NPV (net present value,  $PVB - PVC$ );
- BCR (benefit cost ratio, igual a  $PVB/PVC$ ).

#### 3.1.2.d.v. Método MASP

O método de análise e solução de problemas (MASP) é uma ferramenta integrada de optimização contínua (ver Figura 3.8). À semelhança da metodologia 6-Sigma, o MASP também se baseia no círculo virtuoso de melhoria contínua: o ciclo PDCA (ver Figura 3.1: Metodologia DMAIC).

Este método pode ser utilizado num contexto 6-Sigma, sobretudo ao nível da optimização de processo no âmbito da correcção de desvios. O MASP recorre igualmente a algumas das metodologias/técnicas já enunciadas, possibilitando assim uma visão agregada sobre a interacção entre os pontos anteriormente referidos.

Figura 3.8: MASP – Método de Análise e Solução de problemas



Fonte: Adaptado de <http://www.marco.eng.br/qualidade/aulas/aula06B-MASP.pdf>.

Desta forma surgem integrados no círculo uma série de passos que levam à resolução do problema.

### 3.2. ISO 9001:2000

A NP EN ISO 9001:2000 – Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ): Requisitos, é uma norma internacional aprovada pelo Comité Europeu de Normalização, que visa assegurar a certificação dos sistemas de gestão de qualidade das empresas, assegurando-se assim a o reconhecimento dos sistemas de gestão de qualidade entre empresas e países.

A norma ISO 9001:2000, ISO 9000:2000, ISO 9004:2000, ISO 14000:2000 e mais recentemente a ISO 22000:2005 (especialmente dirigida para a Indústria Alimentar), apresentam-se assim como referências incontornáveis para a implementação de sistemas de gestão da qualidade.

A norma ISO 9001:2000 reitera um ciclo de melhoria contínua (sob a forma de PDCA – *Plan Do Check Act*) associado a uma abordagem por processos do modelo de negócio da empresa. Todavia a norma não obriga nenhuma empresa a adoptar um certo conjunto definido de técnicas, limitando-se apenas a definir as directrizes e princípios pelos quais os SGQ se deverão reger.

Deste modo deve-se também considerar como valores base ou princípios da Norma ISO 9000:2000, os seguintes (NP EN ISO 9001:2000, 2000):

- Focalização no consumidor.
- Liderança.
- Envolvimento das Pessoas.
- Abordagem ao Processo (de produção, etc.).
- Abordagem à Gestão (sistemática).
- Melhoria Contínua.
- Abordagem à tomada de decisão baseada em factos.

- Relações mutuamente benéficas com os fornecedores.

A norma ISO 9001:2000 preconiza, entre outros procedimentos, alguns cuja relevância para este projecto se destacam (NP EN ISO 9001:2000, 2000):

- 0.9 - Abordagem por Processos – esta abordagem obriga as organizações a entender e a ir de encontro aos requisitos adoptados; a analisar os resultados em termos de valor acrescentado, desempenho e eficácia de processo; e à melhoria contínua dos processos baseada na medição de objectivos.
- 4.2 – Requisitos da Documentação – neste ponto são enunciados os documentos que compõem o SGQ e os procedimentos para uma correcta gestão dos mesmos. É de especial importância observar que facilmente uma organização se burocratiza, pelo que a gestão documental deverá ser tida como relevante desde o primeiro momento.
- 5.1 – Comprometimento da Gestão – à semelhança do referido na metodologia 6-Sigma, toda a organização deverá estar envolvida nos processos de melhoria contínua, sendo necessário que a gestão de topo também se envolva nesses projectos sob condição dos mesmos nunca se chegarem a executar.
- 6.3 – Infraestrutura – A organização tem que garantir a manutenção e adequação dos meios necessários para a realização do processo produtivo de forma a respeitar os requisitos do produto.
- 7.1 – Planeamento da Realização do Produto – este ponto obriga a organização a definir os objectivos da qualidade, e requisitos do produto; estabelecimento de processos, documentos e recursos adequados; assim como assegurar as actividades de verificação, validação, monitorização e inspecção (em acórdância com os critérios de aceitação do produto/requisitos e limites legais) e respectivos registos

que as comprovem.

- 7.2 – Processos Relacionados com o Cliente – Neste ponto realce-se para a importância do diálogo com o cliente e do retorno que o mesmo traz para a organização. Por exemplo, para muitas organizações são os próprios clientes a maior fonte de inovação, logo mais vantagens competitivas em relação aos concorrentes.
- 7.5.1 – Produção e Fornecimento do Serviço – Controlo da produção e do fornecimento de serviço - A organização deve planear e levar a cabo a produção e o fornecimento do serviço sob condições controladas. Para o efeito deverá conhecer as características do produto, elaborar instruções de trabalho, utilizar o equipamento adequado, e ter disponível os equipamentos de monitorização e medição apropriados.
- 8.1 – Medição, Análise e Melhoria – Generalidades – a empresa deverá implementar os processos de monitorização, medição, análise e melhoria necessários, assegurando os recursos adequados.
- 8.4 – Análise de Dados – Os dados recolhidos através do SGQ deverão ser alvo de tratamento estatístico adequado de modo a que fundamentem os pontos 8.5 – Melhoria Contínua, 8.2.1 – satisfação do cliente e 7.2.1 – requisitos de produto.
- 8.5 – Melhoria – A organização deverá assegurar que se observa o ciclo PDCA, seja através de oportunidades identificadas na análise de dados, seja através das acções correctivas ou preventivas que venham a surgir.

### **4 Metodologia e Questões de Investigação**

Dado o estado inicial de desenvolvimento e conhecimento do sistema de produção nas unidades fabris, um dos primeiros trabalhos realizado neste projecto foi a organização do sistema de informação da produção, para posteriormente se poder planear e controlar com base em dados reais. Assim tornou-se necessário compreender os fluxos de informação associados a cada factor de produção antes de se avançar para a aplicação das metodologias e técnicas analisadas nos pontos anteriores. Esta etapa durou cerca de 7 meses, de Abril a Novembro 2008.

Findo este período, iniciaram-se as alterações ao Master Plan, introduzindo-se algumas das sugestões anteriormente referidas no capítulo 2.

No ano de 2009, foi abordada mais em pormenor a fase de execução e acompanhamento do plano de produção, tendo sido aplicadas as várias técnicas e metodologias propostas no capítulo 3. Novamente foram desenvolvidas durante este período as ferramentas necessárias para se proceder à execução das ordens de produção e respectivo acompanhamento, quer pelas chefias como pelos próprios operadores.

Ao longo do projecto procurou-se responder às seguintes questões de investigação:

- Identificar as principais fontes de incerteza que afectam o desempenho da prestação produtiva das unidades fabris.
- Qual a melhor forma de as integrar: se no planeamento, se na execução ou em ambas?
- Qual a relevância da aplicação da metodologia 6-Sigma numa indústria conserveira?

## **5 Cofaco Açores – Fábricas da Madalena e Horta**

A Cofaco nasce em 1961 no Algarve, com sede em Vila Real de Santo António, da fusão de duas empresas familiares. Nos anos sessenta, fruto da escassez de atum nos mares algarvios, a Cofaco desloca-se para o arquipélago dos Açores, local privilegiado de passagem do atum nas suas rotas migratórias através dos oceanos. Actualmente a empresa, após atravessar um profundo processo de reestruturação, pertence à Stone Holding Company, Ltd e é uma empresa açoriana: situando-se os seus pólos industriais nas ilhas do Pico (Madalena), S. Miguel (Rabo de Peixe) e Faial (Horta).

No seu conjunto, as duas fábricas, da Madalena e da Horta, empregam cerca de 340 pessoas e laboram aproximadamente 5.000 toneladas de peixe por ano.

A Cofaco assume-se como um pequeno player internacional, líder de mercado em Portugal e no segmento Premium em Itália, que se destaca pela qualidade dos seus produtos e pelos formatos de fabrico artesanal.

Neste ponto iremos apresentar genericamente o processo de fabrico das conservas de atum, caso de estudo deste projecto, seguindo-se a apresentação e caracterização das incertezas existentes e por fim a descrição do procedimento de planeamento e gestão da produção diária antes do início do projecto.

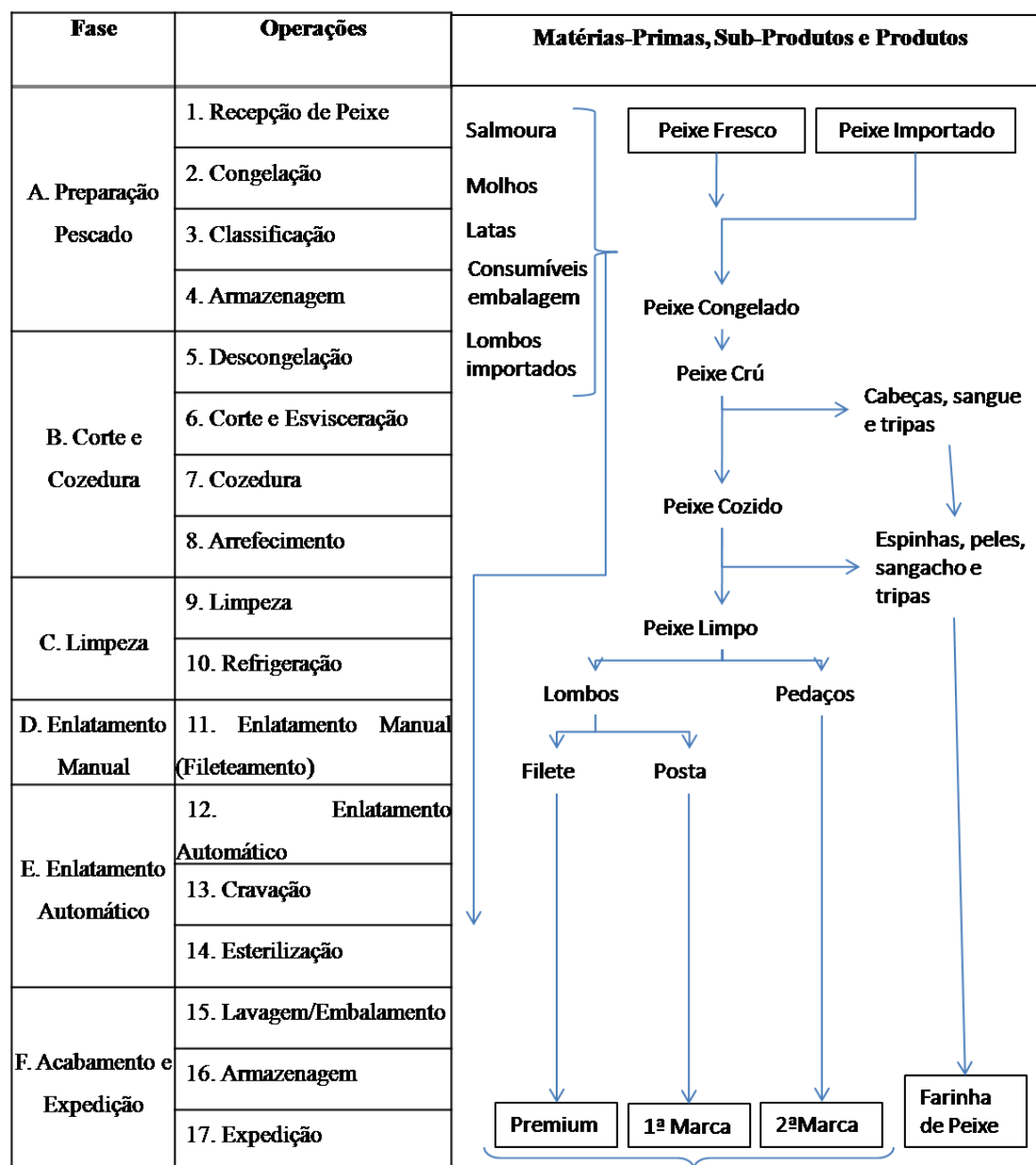
### **5.1. Processo de Fabrico**

Para o processo de produção das fábricas, a espécie de maior importância é o Gaiado ou Bonito (*Katsuwonus pelamis*), sendo também capturados e ou processados espécimes das espécies Galha-à-ré (*Thunus albacares*), Voador (*Thunus alalunga*), e Patudo (*Thunus obesus*).



O processo de fabrico permanece contudo praticamente inalterado desde a fundação da fábrica, conforme as operações descritas na Tabela 5.1: Fluxograma de produção de conservas de atum:

Tabela 5.1: Fluxograma de produção de conservas de atum



Sob o ponto de vista operacional podemos afirmar que esta indústria apresenta duas etapas: 1) até à fase D – Enlatamento Manual, observam-se os princípios de uma

indústria mão-de-obra intensiva (tarefas pouco mecanizadas e pouco especializadas, trabalho manual, produto final com qualidade artesanal), e 2) posteriormente a partir da fase E – Enlatamento Automático, ocorrem processos de capital intensivo (trabalho automatizado, operadores especializados, produções com escalas industriais).

As Fábricas da Madalena e da Horta funcionam em conjunto, estando a última a produzir apenas até à fase C.10 – Refrigeração (de Peixe Limpo) para ser posteriormente processado na Madalena, havendo transporte diário por via marítima (sempre que o mar o permita) de pescado limpo para o Pico.

### **5.2. Caracterização da Incerteza**

Galbraith (1973) definiu a incerteza como a diferença na quantidade de informação necessária para desempenhar uma função e a que realmente se dispõem. Deste modo a incerteza pode ser caracterizada em dois grandes grupos:

- Incerteza ambiental – a que tem origem extra processo, e.g. fornecimento de matérias-primas e procura do produto.
- Incerteza sistémica – a que é inerente ao desenrolar do processo, e.g. rendimentos, produtividades, *lead time*, *set up time*.

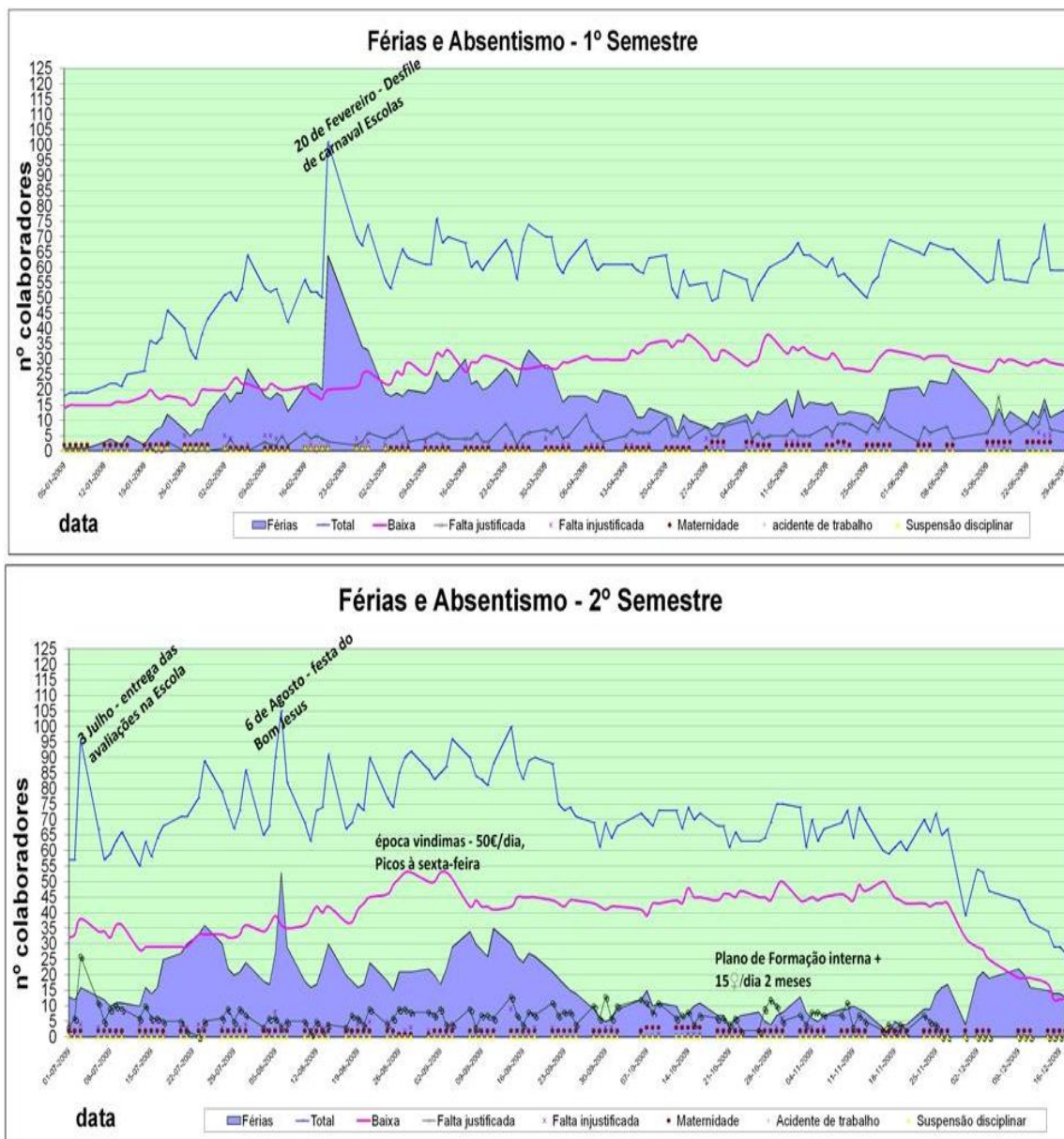
#### **5.2.1. Incerteza Ambiental**

As principais fontes de incerteza ambiental na produção na fábrica da Madalena são:

##### **5.2.1.a. Absentismo**

O absentismo constitui a maior fonte de incerteza para o planeamento da produção (ver Figura 5.1: Gráfico representativo da evolução das férias e absentismo)

Figura 5.1: Gráfico representativo da evolução das férias e absentismo



Nota: Evolução das variáveis do absentismo na Fábrica da Madalena desde 1-1-2009 até 12-11-2009

De facto, o pulmão de uma fábrica de conservas de atum reside na sua capacidade de processamento de peixe cozido em peixe limpo (matéria-prima para as restantes

operações) – dependente principalmente do número de operadoras. Assim, qualquer variação no seu número afectará as restantes etapas.

Contudo é normal neste tipo de indústrias haver absentismo elevado e grande rotação de pessoal, dado o baixo nível de rendimentos que proporcionam e de qualificações necessárias (verificando-se, por esse motivo, a deslocalização de muitas unidades conserveiras para países de mão-de-obra barata).

Do ponto de vista de planeamento de produção, é principalmente o absentismo que origina problemas – nomeadamente por baixas médicas, devido ao erro que origina na previsão de operadores na bancada. Com efeito, um trabalhador na Região Autónoma dos Açores, faltando injustificadamente, tem até 5 dias para poder entregar a baixa médica que lhe justifica a falta. Deste modo, as faltas injustificadas são normalmente convertidas em baixas médicas, sendo as primeiras muito reduzidas ao longo do ano. Este facto surge na sequência da adopção de uma política de tolerância zero às faltas injustificadas (ironicamente as baixas médicas passadas têm duração de 3 dias). Verifica-se assim que a capacidade de previsão e estabilidade do quadro de pessoal é diariamente afectada, necessitando de um acompanhamento constante pelo Departamento dos Recursos Humanos, Higiene e Segurança no Trabalho e Produção

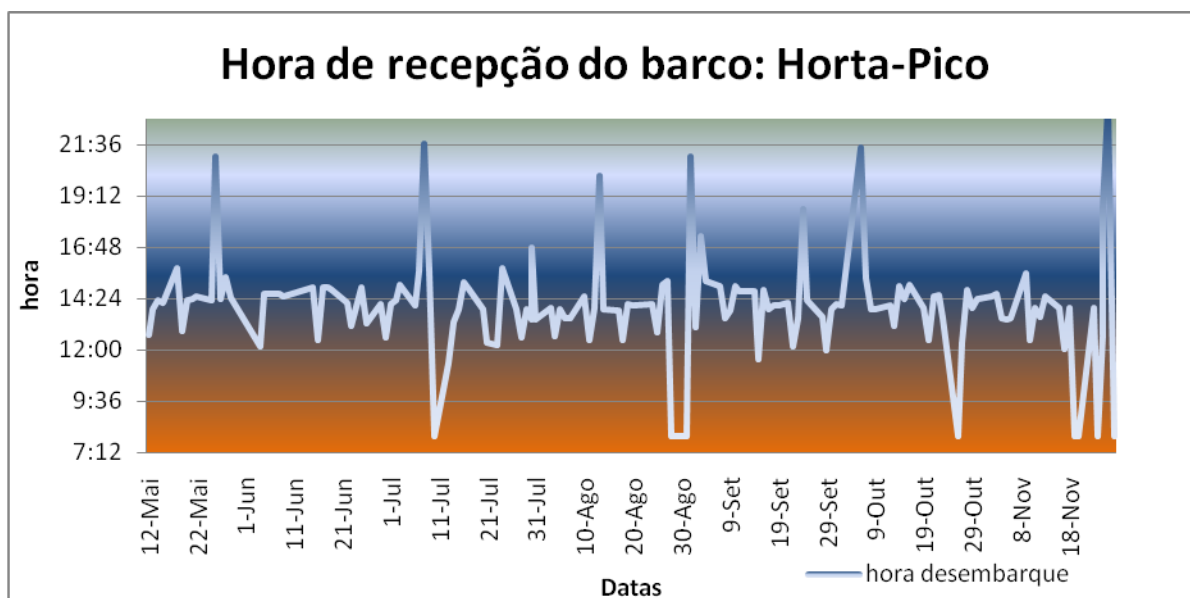
No ano de 2009, cada operador pôde marcar os 8 dias de férias a que tinha direito sem restrições. Deste modo pode-se detectar os picos e flutuações anuais, que se identificam com as seguintes épocas: 6<sup>a</sup>f de Carnaval, entrega de notas na escola, 6 de Agosto por ocasião das festas de Bom Jesus, época das vindimas (em que o pagamento de 50€/dia justifica largamente a perda de remuneração por falta injustificada), e as formações internas (normalmente agendadas para o final do ano).

### 5.2.1.b. Transporte marítimo Faial – Pico

A Transportadora responsável por este serviço apenas dispõe de um barco, e detém o monopólio do transporte de cargas entre as ilhas do Faial, Pico e São Jorge. Dado o sistema de pagamento dos seus colaboradores (que recebem comissão sobre a quantidade de mercadoria transportada) não se observam os horários regulares de transporte, dado que frequentemente o barco fica a aguardar uma carga de última hora.

Apresenta-se na Figura 5.2 o gráfico com as horas de desembarque no Pico desde Maio até Novembro, os picos superiores equivalem a atrasos, os picos inferiores representam falhas de transporte.

Figura 5.2: Gráfico Hora de Desembarque Barco do Faial para o Pico, Maio a Novembro 2009



As paragens devem-se essencialmente às condições meteorológicas e para manutenção. Acresce também que o facto de o peixe ter de ser transportado em caixas isotérmicas obriga a retorna em vazio, o que implica por vezes perda de capacidade de expedição de peixe limpo da Horta por falta dessas caixas (acumuladas entretanto no Pico por falta de transporte). Recorde-se que a importância de se respeitar os ciclos de processamento de

peixe limpo (onde se incluem os tempos de transporte Horta-Madalena), em especial dos pedaços, é determinante para se garantir a manutenção da qualidade do produto final.

Infelizmente a baixa fiabilidade da embarcação da transportadora compromete a sustentabilidade da unidade da Horta.

### ***5.2.1.c. Porto de São Roque – transporte marítimo Pico - Lisboa***

O transporte Pico - Lisboa é realizado através de uma companhia marítima regular e normalmente desembarca no Pico à quarta-feira (Semana 0), chegando a Lisboa na terça-feira (Semana 1) e saindo de volta na sexta-feira (Semana 1), regressando ao Pico novamente na quarta-feira (Semana 2). Inclui-se nesta fonte de incerteza, os erros de perda ou troca de contentores, os atrasos de transporte de mercadoria necessária para a produção, e a antecipação do embarque.

Torna-se assim necessário proceder à criação de stock mínimos, para cobrir com as falhas de transporte de uma semana, ou seja, ter armazenado o suficiente para 2 semanas de produção.

Como exemplo flagrante, refira-se o sucedido com o navio São Gabriel que encalhou em São Miguel no dia 21 de Novembro de 2009.

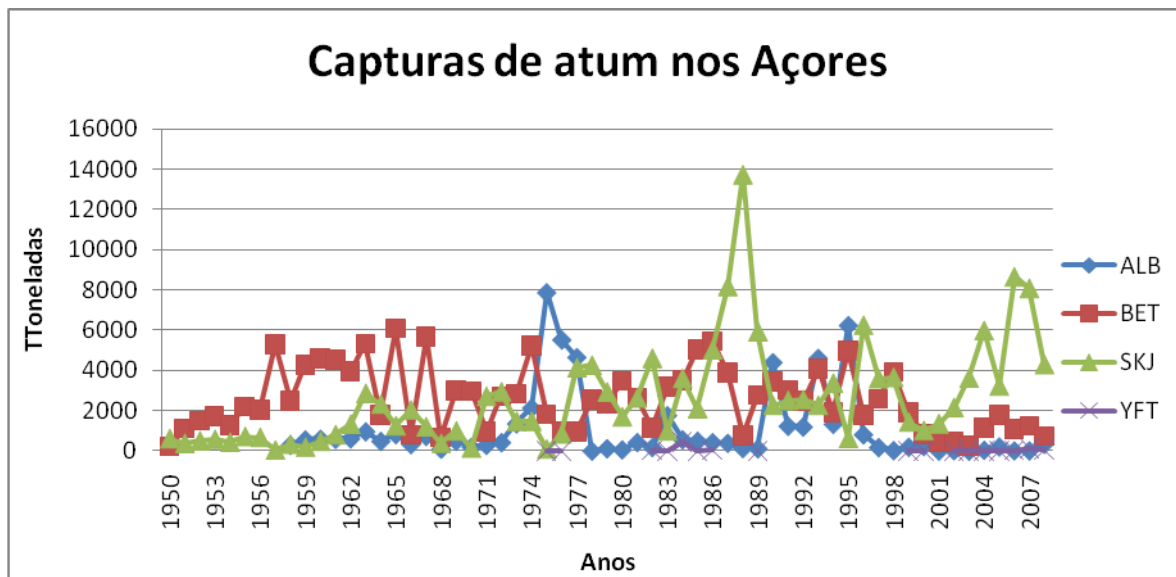
Neste tipo de incerteza inclui-se também as descargas de peixe congelado importado proveniente dos navios mercantes e recepção de peixe em contentores. Com efeito dados os condicionalismos do porto de São Roque (pouco calado, exposição a correntes de Norte, interrupção da descarga para dar prioridade aos navios de combustível e contentores, disponibilidade da estiva), frequentemente o período de descarga prolonga-se mais do que o esperado com os consequentes sobre-custos associados.

### 5.2.1.d. Safra de Peixe Fresco

Pese embora a sua localização privilegiada, as capturas de peixe nos mares açorianos não são suficientes para satisfazer todas as necessidades de produção das fábricas do Grupo Cofaco, sendo necessário recorrer a peixe congelado importado. O Grupo Cofaco, através da empresa Compico, possui dois atuneiros que em conjunto com os restantes atuneiros nos Açores e outras embarcações de pesca, são usados para capturar o atum na sua rota de migração através dos Açores.

Como se pode apreciar na Figura 5.3, as capturas registadas nos últimos 50 anos demonstram a grande variabilidade que existe na distribuição das capturas de espécies e respectivas quantidades ao longo dos anos, apresentando picos significativos.

Figura 5.3: Gráfico de capturas por espécie nos Açores 1950-2007



Fonte: Adaptado de ICCAP (2008)

Legenda: ALB - *Thunnus alalunga* ou voador, BET - *Thunnus obesus* ou patudo, SKJ - *Katsuwonus pelamis* ou gaiado, YFT - *Thunnus albacares* ou galha-à-ré

Sendo a pesca uma actividade económica vincadamente oportunista, a sua eficiência depende das oportunidades que surjam e não directamente dos recursos que se tenham à disposição. Desta forma, o factor tempo torna-se crítico para realizar-se uma boa safra. Tendo em consideração a autonomia e velocidade dos atuneiros, facilmente se percebe que a capacidade existente não é suficiente para cobrir eficientemente todo o arquipélago, com a agravante de se observarem rivalidades entre comandantes das várias companhias, que dificultam a troca de informação acerca dos locais de captura (originando situações de perde - perde: “eu não apanho, mas ele também não!”).

Por outro lado ao nível de infraestruturas, a Região Autónoma dos Açores tem vindo progressivamente a dotar as várias ilhas de entrepostos frigoríficos com capacidade de congelação e armazenagem. Contudo, ainda se observam situações de embarcações terem que se deslocar à ilha vizinha para acabar de descarregar as capturas realizadas, por sobrelotação da capacidade de frio dos entrepostos. Também a este nível, se torna necessário agilizar mais o diálogo entre as partes envolvidas e criação de relações francas. Refira-se que para a programação dos tanques de salmoura é vital saber qual o volume de pescado a congelar, não sendo raras as vezes em que as estimativas de capturas dos comandantes sobem à medida que se aproximam do porto de descarga (e inclusive dentro do porto, miraculosamente, surgem sempre mais umas tantas toneladas).

### ***5.2.1.e. Lead time dos fornecedores de equipamentos***

Considerando como *Lead Time*, em sentido lato, como o período que entremeia desde a identificação da necessidade até à sua entrega efectiva, identificaram-se as seguintes fontes de variabilidade neste ponto:



- Dificuldades na identificação e selecção de fornecedores idóneos, assim como na obtenção de orçamentos.
- Tempo necessário para se obter aprovação dos investimentos pela hierarquia interna.
- Tempo dos transportes marítimo, aéreo e terrestre até ao Pico, assim como erros de registo da morada do destinatário, não sendo raras as vezes em que equipamentos encomendados são entregues na Fábrica de Rabo de Peixe em vez da Madalena.

Considerando a envolvente económica na ilha, onde não existem fornecedores com capacidade competitiva para os volumes necessários para uma unidade industrial com esta ordem de grandeza, o recurso ao mercado continental e internacional torna-se amiúde necessário.

Se por um lado o tempo de transporte se torna num obstáculo, também não é menos verdade referir que a distância torna difícil a capacidade de pressão sobre os fornecedores – pois estes têm a certeza que a empresa não lhes irá bater à porta no dia seguinte! Deste modo, os atrasos para se formalizar a encomenda e a respectiva entrega atingem por vezes grandezas na ordem dos meses.

### ***5.2.1.f. Calibres de Peixe (Fresco / Importado)***

O calibre de peixe influencia os binómios de rendimento/produktividade da bancada de limpeza e enlatamento manual. De facto o tamanho do peixe influencia a proporção de carne branca em relação aos detritos, correspondendo os melhores índices aos calibres superiores. Assim a importância de se garantir uma correcta calibração do peixe antes de este entrar em produção, é crucial para a obtenção dos melhores indicadores possíveis.

A dificuldade em separar o peixe por calibres de peso, varia conforme o meio da calibração à disposição. Dado o volume de laboração não justificar ainda uma calibradora com balanças dinâmicas integradas, recorre-se à separação manual, implicando assim a variabilidade que é inerente a todos os processos manuais: formação e experiência do colaborador.

Em alternativa existe um equipamento em fase de testes que funciona com base na proporcionalidade do diâmetro em função do peso do peixe, não se conseguindo por esta via distinguir as espécies calibradas, pelo que requer sempre a intervenção de um operador.

### **5.2.2. Incerteza sistémica**

Para a incerteza sistémica, apresentam-se as seguintes fontes de variabilidade:

#### **5.2.2.a. *Parâmetros de produção***

A observância ou não dos parâmetros de produção definidos em orçamento afecta, transversalmente todos os sectores, as decisões diárias a serem tomadas, por exemplo: a quantidade de peixe a ser introduzido em processo, dimensionamento da sala de enlatamento manual e programação das linhas de enlatamento automático.

Para a análise dos mesmos deverão ser tidos em conta vários factores.

Nas operações ditas de mão-de-obra intensiva, os parâmetros resumem-se ao binómio produtividade/rendimento. Tratando-se de processos manuais, a variância associada a cada operador depende respectivamente da: experiência, estado de saúde, motivação e formação. Do mesmo modo, é de esperar que ao longo do próprio dia, as manhãs sejam mais produtivas do que as tardes, e que as primeiras horas menos que as últimas. Além disso são necessários cerca de 3 meses de formação por colaboradora para esta atingir o seu nível satisfatório. Refira-se também que a produtividade está negativamente

correlacionada com o rendimento – correspondendo geralmente subidas de um a descidas do outro. Pelo que o objectivo é conseguir de forma sustentada manter os dois indicadores elevados.

Em continuação, no enlatamento automático os parâmetros de produção incluem não apenas o binómio produtividade/eficiência, mas também a matriz de pesos de produto (peso de enchimento de peixe, salmoura, molho de cobertura, peso líquido), devendo-se ter em consideração os seguintes factores: as equipas de produção, a disponibilidade e afinação do equipamento, o volume de produção respectivo. Sabendo que volumes de produção pequenos têm muito mais entropia do que lotes grandes, essencialmente devido à preparação e afinação da linha.

Na secção de embalagem directa, apenas se deverá observar o cumprimento do binómio produtividade/eficiência, verificando-se todavia que o maior factor de variância deve-se ao lay-out das linhas.

### ***5.2.2.b. Capacidade disponível dos equipamentos e lay-out da fábrica***

O Departamento da Manutenção, à semelhança do Departamento da Produção, apenas recentemente começou a organizar-se. Um dos principais desafios que foram colocados consiste em manter funcional um parque de máquinas obsoleto e em fim de vida útil, até se realizarem os novos investimentos – em projecto prevê-se uma nova fábrica e revisão geral dos equipamentos e linhas de produção. De facto, durante os processos de reestruturação do grupo Cofaco, foram enviados para o Pico e adaptados localmente equipamentos provenientes das outras fábricas. E se por um lado, tal veio permitir uma grande flexibilidade de processo, por outro a fraca disponibilidade de alguns dos equipamentos provocam quebras de produção de impactos significativos.

Por outro lado, refira-se que numa lógica de grupo industrial, apesar de só existirem duas fábricas de produção efectiva, existe especialização entre ambas ao nível dos formatos trabalhados. Deste modo Rabo de Peixe vocacionou-se para os formatos de vidro e o Pico ficou com os formatos de “Especialidade / Latoaria”. Este facto confere, à unidade fabril da Madalena algumas vantagens substanciais ao nível da agilidade de processo e alternativas de enlatamento. Contudo, a troca constante entre produções de formatos diferentes implica rotineiramente ter que se proceder a afinações das linhas.

Ao nível do *lay-out* da fábrica, refira-se que atendendo às circunstâncias históricas do desenvolvimento da mesma, a própria estrutura da fábrica e a disposição dos diversos equipamentos ao longo desta não estão devidamente ajustadas. Com efeito, a Fábrica da Madalena cujo início da construção remota a 1962, apresenta vários corpos que foram sendo acrescentados à medida das necessidades e disponibilidades financeiras de então, proporcionando um crescimento “em cogumelos” do complexo industrial. O desenho das linhas de produção em consequência, foi também sendo adaptado e ajustado às circunstâncias possíveis. Todavia existem muitas lacunas identificadas no actual desenho fabril que serão tidas em consideração no projecto e implementação da nova unidade fabril.

### ***5.2.2.c. Formação das equipas de produção***

Fruto do absentismo, referido anteriormente, a constituição de equipas de produção para cada uma das linhas não estabiliza, pelo que se observam fontes de variabilidade na prestação inter-operador devido aos diferentes níveis de experiência/formação, empenho e motivação (enquanto equipas de produção).

Esta situação assume especial importância, no enlatamento automático e embalagem directa (processos capital intensivo, ver 5.1 - Processo de Fabrico), onde a troca de

operadores ou o seu absentismo, podem fazer a diferença entre níveis de eficiência das linhas.

Neste ponto incluem-se também as alterações observadas no período do projecto nos níveis superiores da hierarquia: mudança de Director Fabril, Director Industrial, introdução de Responsável de Produção, promoção dos Chefes Secção e Revisoras

Actualmente estão em curso o agendamento de formações internas sobre áreas funcionais do sistema operativo de cada uma das linhas, de modo a diminuir com essa variabilidade.

### **5.2.2.d. Procedimentos de Produção**

A ausência de procedimentos de produção pode constituir uma fonte de variabilidade assinalável (especialmente nos processos mão-de-obra intensivos, ver 5.1 - Processo de Fabrico), pois sem haver linhas directoras, qualquer procedimento poderá ser considerado como válido. Este subterfúgio era utilizado frequentemente pelas operadoras para justificarem os seus próprios desvios.

Por esse motivo, durante o ano transacto a Cofaco recorreu a uma empresa de consultores externos para que auxiliasse na definição dos procedimentos de produção. Os mesmos ainda não se encontram em vigor à data de elaboração deste trabalho.

Paralelamente aos procedimentos de produção *per se*, também se observou que não existiam procedimentos relativos ao planeamento e controlo da produção, tendo estes sido definidos ao longo deste último ano. Ficaram definidos, por exemplo, os critérios de imputação dos minutos de mão-de-obra em apoios, limpeza e produção directa.

## **5.3. Programação diária da Produção**

Na fase inicial do projecto, a produção diária era planeada de forma empírica com base na experiência do gestor e com base na tradição de produção. Observa-se que os

factores de incerteza, embora não controlados, eram reconhecidos, ainda que se falhasse com frequência o plano de produção, sem todavia haver o acompanhamento devido das causas dessas mesmas falhas.

Deste modo, o planeamento era realizado segundo a premissa que, considerando existir um ponto de estrangulamento da capacidade de limpeza da fábrica, a capacidade de produção das produções *Premium* seria dimensionada diariamente conforme os lombos limpos no dia anterior. Por seu turno, dados os níveis de absentismo elevados, recorria-se a lotes de cozedura superiores à capacidade de limpeza (*hedging*), como forma de amortizar as flutuações de colaboradores observadas na bancada de limpeza. Por esse motivo era frequente registarem-se também atrasos no processamento do peixe, e os ciclos de processamento atingirem prazos demasiado elevados, originando problemas de qualidade devido a excesso de oxidação.

No planeamento diário da produção considerava-se o seguinte ciclo de produção de 3 dias:

- O peixe a serrar e descongelar, é retirado no dia  $n_{-1}$  das câmaras de conservação.
- No dia  $n_0$ , o peixe é cozido e atribui-se o lote de cozedura em consonância com a data.
- No dia  $n_{+1}$  o peixe é limpo.
- No dia  $n_{+2}$  o peixe é enlatado.
- Por fim no dia  $n_{+3}$ , o embalamento directo termina a produção.

Acresce mais um dia para o peixe proveniente da Horta, devido às contingências do transporte do Faial para o Pico. Desta forma, a decisão de se retirar x toneladas de peixe numa segunda-feira, deverá ter em conta as condições de produção a serem realizadas na quinta-feira! Considerem-se agora os fins-de-semana, e o transporte do Faial para o

Pico e facilmente se observam cenários de atrasos cumulativos intoleráveis para um planeamento de produção regular e eficaz (ver ponto 5.2.1.b Transporte marítimo Faial – Pico).

O documento central da programação da produção é o orçamento, aprovado anualmente, no qual constam os parâmetros de produção e capacidades previstas, assim como a procura prevista por mês de calendário. O acompanhamento dos indicadores do orçamento era restrito ao Director Fabril. As chefias de cada secção não estavam integradas em equipa nem conheciam claramente os seus objectivos ou responsabilidades e tão pouco era realizado um acompanhamento diário da execução do plano. Para compensar as falhas de produção era frequente realizarem-se horas extras de produção.

### **5.3.1. Nível de Serviço**

Sendo este o indicador por excelência utilizado na avaliação de desempenho do Departamento de Produção, considerou-se relevante apresentar o modelo seguido, os seus pressupostos e as implicações que surgem da sua observância.

Está definido em orçamento atingir os 98% de nível de serviço de produção.

O nível de serviço usado actualmente é elaborado através da média aritmética dos rácios entre a produção realizada e a prevista por cada referência, sendo considerados como valor máximo o cumprimento a 105% por cada referência. Para efeitos do nível de serviço do plano anual, existe também uma produção mínima (80%) que deverá ser satisfeita sob pena de se considerar nulo o nível de serviço nessa referência.

Este modelo parte dos seguintes pressupostos:

- cada fábrica deverá garantir o cumprimento integral do plano mensal de modo a conseguir atingir o plano anual.

- em cada referência, não se pode produzir menos do que 80% num dado mês, sendo que a recuperação da quantidade em falta não contará para efeitos de obtenção de nível de serviço nos meses seguintes.
- mensalmente trabalha-se com 12 a 20 referências, o que significa 8,3% a 5% de nível de serviço pelo cumprimento a 100% de cada uma delas.

Um indicador desta natureza é assim insensível ao tamanho das produções em cada formato. Por esta via pode-se originar conflitos de interesses entre a Fábrica e a Direcção Logística, pois a primeira tendencialmente fará os formatos mais acessíveis e acumulará perdas nos formatos que apresente mais dificuldades ou de maior volume (assegurando assim o maior número possível de referências a 100%), enquanto a segunda interessa manter o equilíbrio das falhas pelos formatos. Por exemplo, nos formatos 5kg normalmente são realizadas produções na ordem das centenas e nos formatos ¼ 30 posta na ordem dos milhões de latas/mês, pelo que obter os 100% de serviço na primeira referência é mais imediato que na segunda.



### **6 Aplicação de metodologias de planeamento e gestão de produção**

O primeiro trabalho realizado no âmbito deste projecto consistiu em estabilizar o fluxo de informação dos registos de produção nos moldes definidos pela ISO 9001:2000. Assim foram criados documentos internos, com referências, revisões periódicas, integrados numa arquitectura de sistema de informação construído em base Excel, dado não haver outro programa de gestão de produção disponível. Foram identificados os seguintes fluxos de informação, relevantes para o processo produtivo:

- Peixe: informação do lote interno e quantidade saída para descongelação, seguida de atribuição de lote de cozedura e acompanhamento da temperatura de cozedura. Posteriormente limpeza do mesmo em pedaços, lombos e barrigas, e por fim alocação do peixe limpo aos vários formatos (*Premium Filete*, 1ª Marca e 2ª Marca).
- Vazio: saída de vazio do armazém, acompanhamento das perdas de vazio ao longo do sistema produtivo, contagem de produto final e análise de quebras.
- Molhos: contagem do consumo de molhos por cada referência.
- Mão-de-obra: atribuição dos minutos de mão-de-obra em directos, apoios e limpeza por cada secção e produção, comparação dos minutos atribuídos com os minutos registados no relógio de ponto.

Foram também criados os mecanismos de informatização de todos os documentos utilizados, de modo a que fosse criada uma estrutura de rede de informação consistente, evitando ao máximo redundâncias, repetições e duplicação da informação. Deste modo gerou-se imensa informação e conseguiu-se em tempo real, ir acompanhando o desenrolar de cada operação, tendo-se ganho tempo de reacção.

## Aplicação de Metodologias de Planeamento e Gestão de Produção

---

Ao nível do planeamento diário, após o trabalho de estabilização da produção em 2008 e a obtenção dos primeiros indicadores de produção credíveis, foi elaborado o orçamento e plano anual de 2009 de forma muito mais ajustada à realidade (por exemplo, no planeamento mensal internalizou-se a distribuição dos calibres de peixe existentes nas fábricas, ajustando-se assim as produções aos tamanhos disponíveis).

Optou-se também pela realização de uma reunião matinal do Departamento de Produção (Responsável de Produção, Chefes de Secção e Frio, e Técnica de Planeamento) após o arranque da fábrica para preparação da reunião com o Departamento de Operações (Direcção Fabril, Departamento de Produção, Qualidade e Manutenção, Técnica de Recursos Humanos, Técnica Higiene e Segurança no Trabalho e Técnico de Planeamento). Nessa primeira reunião, são distribuídos os mapas de acompanhamento das Ordens do próprio dia e analisadas as do dia anterior (ver ponto seguinte). Da mesma forma são abordadas as questões de planeamento, para o dia seguinte, nomeadamente, análise de existências (por exemplo: quantidades de - peixe cru por calibre, peixe cozido, peixe limpo), previsão de absentismo (por exemplo: reuniões de sindicato, actividades escolares, surtos de gripe), e disponibilidade dos equipamentos. Esta reunião veio a revelar-se de extrema importância para o sucesso deste projecto. De facto, alcançaram-se dois desideratos muito importantes: focalização nos resultados e espírito de equipa. Com efeito entre as várias chefias de secção havia a convicção de que a sua secção era a mais importante! Através das reuniões, as pessoas envolvidas diariamente foram começando a ter maior conhecimento da realidade da restante equipa, apercebendo-se do objectivo comum que as unia.

Consentânea, foi também a implementação do mapa de produções diárias, constituído por 3 partes: a 1ª parte, vista macro de todo o mês e acompanhamento das produções; a 2ª vista semanal onde se inclui a análise diária aos desvios de produção (a justificar pelo

Responsável de Produção e diariamente enviado para a Direcção Fabril e Direcção Industrial); e a 3ª vista com o acumulado do mês (quadro posteriormente afixado na sala de reuniões do Departamento de Produção, para discussão com as Chefias). Do mapa de produções diárias é elaborada a ordem de produção diária respectiva, e entregue a cada Chefia o seu mapa de acompanhamento. Nesse mapa as chefias deverão indicar a sua performance em contraste com a prevista, indicando também os principais motivos de desvio (a abordar em mais profundidade no ponto seguinte). Por seu turno, as Chefias munidas com os seus mapas de acompanhamento, deverão actualizar os “quadros brancos” apostos em cada secção com os objectivos diários para as respectivas linhas. Deste modo o ciclo de planeamento fica completo, e ao início de cada dia de produção todos os colaboradores estão envolvidos em obter o objectivo que foi determinado:

- *Master Plan* – Planeamento Central e Direcção Fabril (elaborado anualmente e revisto mensalmente).
- Mapa Produções Diárias – Responsável de Produção (elaborado mensalmente e revisto semanalmente).
- Ordens de Produção – Responsável de Produção (elaborado semanalmente e revisto diariamente).
- Mapa de Acompanhamento – Chefes de Secção (elaborado diariamente e acompanhado hora-a-hora).
- Objectivos Individuais – Colaboradores (os indicadores de produção/eficiência estão definidos em orçamento anual, objectivos diários variáveis conforme o *Master Plan*).

### 6.1. Planeamento

De acordo com a literatura revista existem várias possibilidades de se integrarem algumas das incertezas identificadas ao nível do planeamento, nomeadamente:

- I. Ajuste dos factores de produção / rendimento. Revisão das taxas de absentismo e reajuste dos quadros de pessoal, revisão das B.O.M para se incluírem as perdas de processo, reajuste dos parâmetros de produção à capacidade de processo real da fábrica. Procura-se assim integrar a disponibilidade dos equipamentos e limitações infra-estruturais.
- II. Hedging, stocks de segurança e tempos de segurança. Por exemplo, realização de sobre produções em antecipação à pandemia da Gripe A, aumento dos prazos de expedição.
- III. Flexibilidade de processo, conforme se pode apreciar:
  - Possibilidade em aproveitar capacidade fora de sistema que se encontra no parque de máquinas proveniente das fábricas desmanteladas que pertenceram ao grupo Cofaco.
  - Dada a enorme variedade de formatos que se encontram à disposição: a) lata 1/15 P, ¼ 30, ¼ usual, 200g, ½ kg, 1kg, 2kg, 2,5kg, 3kg e 5kg [todos os formatos de kg são fabricados internamente na latoaria da própria fábrica] e b) frascos de vidro 150g e 250g. Nestes casos pode haver alterações de formato devido à disponibilidade de vazio, disponibilidade de equipamento, tipo de peixe disponível (considerando o mesmo em condições ou não para formatos vidros, o peixe poderá ser dirigido a outros formatos de lata manual);
  - Dados os sistemas de produção serem de baixa tecnologia, facilmente em situações de falta de disponibilidade de equipamentos, os mesmos são

realizados em modo manual.

- IV. Simulações. Através do recurso às simulações a equipa de produção pode ajustar graças à flexibilidade de processo, os planos diários de produção de forma a maximizar a utilização dos recursos disponíveis.
- V. Rácios estocásticos de uso. Embora não sendo esta a intenção dos autores citados, a utilização deste rácio veio elucidar a equipa da produção acerca da importância das pequenas produções para se obter o nível de serviço.

Com excepção do momento de discussão de orçamento, onde se podem ajustar os factores de produção e rendimento, não está previsto ao longo do ano alterar-se o *Master Plan* orçamentado.

Dessa forma, a utilização das ordens diárias de produção permite assim ajustar diariamente e em tempo real as variações devidas aos seguintes factores de incerteza: absentismo, falhas de equipamentos, transporte do barco do faial e desvios nos parâmetros de produção. Ligando as ordens diárias de todo o mês de produção (através da criação de ligações em Excel), pode-se também realizar simulações, por exemplo, mudança dos indicadores de eficiência e capacidades de processo. Em cada ordem de produção diária são dimensionadas todas as funções do Departamento de Produção da Madalena e da Horta. Partindo-se do pressuposto que o peixe é cozido e limpo totalmente no dia seguinte e enlatado no máximo ao segundo dia após a cozedura, no caso do peixe cozido na Madalena, e ao quarto dia para o peixe proveniente do Faial, observa-se que cada ordem de produção fica interligada com os dias anteriores e subsequentes, afectando produções até 4 dias depois! Em caso de excepções, permite-se que o sistema seja ajustado manualmente.

Refira-se também que está em curso a preparação da fábrica para o seguinte modo de produção:

- Encerrar a unidade fabril da Horta e deslocalização dos trabalhadores para a Madalena;
- No dia 0, serra-se peixe em quantidade a estimar, e coloca-se na câmara de descongelação;
- No dia 1, esse peixe é cozido a partir das 2:00 e posto na câmara de arrefecimento;
- A partir das 06:00 é colocado na câmara de humedecimento, e começa a ser limpo às 08:00;
- Os enlatamentos automático e manual, começarão pelas 09:00 até às 18:30;
- A embalagem directa só terminará às 23:00.

Deste modo, as produções do peixe cozido no dia terminam no próprio dia dentro da lata prontos para embarcar. Com a redução prevista do ciclo de laboração minimizam-se a variância associada ao absentismo diário, ao transporte Faial-Pico (pois a fábrica da Horta será encerrada num cenário como este), aos parâmetros de produção (devido à padronização das condições de laboração tempo/temperaturas de processamento, assegurando sempre as condições óptimas), e à estabilização das equipas de produção.

Em relação ao absentismo propriamente dito, acrescem as seguintes medidas adoptadas que visam a sua redução:

- Campanhas de sensibilização dos trabalhadores
- Acção conjunta dos Departamentos de Higiene e Segurança no Trabalho, Recursos Humanos e Produção em conjunto com a Medicina do Trabalho, no sentido de se proporcionarem melhores condições de trabalho e reduzir o número quer de acidentes, quer de baixas prolongadas.
- Redução do número de dias de férias volantes, fixando e limitando os dias de

férias de todos os trabalhadores.

- Contratação de mais pessoal, adoptando-se uma abordagem de flexibilidade face às baixas prolongadas, podendo haver trabalhadores que as substituam durante o período de vigência das mesmas.

Quanto às falhas de equipamentos, refira-se que o Departamento de Manutenção e o de Produção, numa lógica de planeamento preventivo integraram os respectivos planos de produção e manutenção, procurando-se maximizar a agilidade da capacidade de resposta. Em virtude desta orientação, estão sendo formadas as operadoras de modo a poderem realizar pequenas afinações nas máquinas em que operam, e as próprias máquinas sendo adaptadas de modo a facilitarem os trabalhos de limpeza e afinação. Deste modo procurou-se dar resposta à incerteza originada pela disponibilidade das máquinas e assegurar a formação das equipas de produção.

Quanto ao transporte de mercadorias entre o Pico e Lisboa, mantendo um agente próprio no porto de São Roque, os riscos associados a este diminuem substancialmente. O material urgente deverá ser transportado por via aérea. Por outro lado, em relação à operação de descarga de peixe congelado, a análise de custo revela que a mesma poderá ser realizada na Horta (mantendo-se um cenário em que apenas funcionariam as câmaras de frio) de forma menos onerosa, pelo que essa opção será considerada em futuras descargas.

Neste momento, por uma questão de estratégia definida pela Administração, todo o peixe fresco é recepcionado e congelado no Entrepasto Frigorífico da Madalena – LotaAçores. Desta forma, os problemas com a capacidade de congelação na fábrica já não se irão observar no futuro.

Para resolver o problema crónico do Departamento da Manutenção, prazos de entrega de materiais pelos fornecedores, adquiriu-se um software específico, através do qual

pode-se realizar o controlo de encomendas, existências, e introduzir políticas de gestão de existências adequadas aos materiais em questão. De forma a pressionar consistentemente os prazos de entrega e garantir que não cai no esquecimento, foi criado o cargo de fiel de armazém, o qual estará especialmente vocacionado para realizar recolha de orçamentos, acompanhamento de encomendas e gestão de existências.

Por fim, refira-se que a Fábrica da Madalena já dispõe de uma máquina calibradora sendo apenas necessário efectuar as mudanças previstas em projecto de investimento. Com este equipamento, após as recepções de navios mercantes (com 1000 toneladas de peixe em média por cada descarga) espera-se conseguir uma calibração mais homogénea e isenta do que a conseguida manualmente. Por outro lado, a pressão que existe pelo aumento da produtividade nas fábricas traduz-se na aquisição preferencial de peixe pré-calibrado na origem, diminuindo-se assim a variabilidade associada a este factor.

### **6.2. Gestão da Produção**

Numa perspectiva de aplicação de metodologia 6-Sigma refira-se que se implementaram as seguintes técnicas:

- Determinação da Capacidade de Processo – essencial para se determinar e confirmar os parâmetros de processo a serem aprovados em orçamento. Consistiu em analisar cada linha individualmente, identificar os pontos de estrangulamento, e quantificar as capacidades máximas das linhas e / ou pessoas.
- Cartas de Controlo de Processo – estas foram de especial importância para o controlo dos pesos de enchimento e líquido das produções no enlatamento automático.



- Fluxogramas de Processo e *Check-Lists* – especialmente adoptadas no enlatamento automático, deverão ser também adoptados para as restantes secções. Facilitam de facto a aprendizagem inter-operadores
- Análise de Variância – após a elaboração dos mapas de acompanhamento a partir das ordens diárias de produção e distribuídas para cada chefe de secção, estes deverão colocar nos respectivos quadros os objectivos individuais. Ao longo do dia, as produções serão acompanhadas através das folhas de análise de variância. Nestas folhas são recolhidas informações relativamente aos tempos de paragem, causas de paragem da linha, montante dos estragos, e outras informações relevantes. Com base depois nestas folhas é elaborado um diagrama de Pareto (ver em 3.1.2.c.iii Análise de Pareto).
- *Balanced Scorecard* (BSC) – apesar de oficialmente a Cofaco não ter aderido a esta metodologia, muitos dos resultados a enviar para Lisboa são expressos em linguagem financeira KPI (*Key Performance Indicators*). De facto, a integração dos resultados operacionais num quadro mais amplo de resultados, consciencializa quer as chefias quer os responsáveis de produção para a importância em se atingir os parâmetros de orçamento.
- 5 W ou 5 Porquês – trata-se sem dúvida da melhor técnica de pressão que existe. Apesar de se poder transviesar os resultados, a sequência de pergunta-resposta permite de um modo muito simples e rápido chegar perto de alguma solução.
- Análise de Pareto – as folhas de análise de variância fornecem os dados que posteriormente são compilados em diagramas de Pareto, quando a complexidade do problema assim o exige. De facto, os operadores aderiram bem ao conceito, estando os registos a serem correctamente preenchidos (com os tempos de paragem e causas devidamente especificados). Compete posteriormente ao

Departamento da Manutenção a resolução da maioria destes problemas.

- Os Cinco S's – os princípios subjacentes a estes 5 S adquiriram um especial significado na Fábrica da Madalena. Como anteriormente fora referido, nesta fábrica muitos materiais foram sendo depositados de outras fábricas que foram desmanteladas. A acumulação indiscriminada de material sem critério, e a quantidade de problemas quer de higiene, quer de segurança, quer ainda de bem-estar visual, em muito contribuíram para que esta técnica tenha tido o sucesso que teve. Actualmente está em curso a recolha separada de lixos (note-se que na ilha não existe nenhum município a realizar este tipo de escolha), a documentação e preparação de material a recuperar, o material para vender como bom e o material para vender como sucata ou papelão.
- Delineamento Experimental: Operações Evolutivas – esta abordagem experimental foi utilizada com algum sucesso para a constante afinação dos processos. Como exemplo, refira-se os estudos realizados sobre o ciclo de arrefecimento do peixe cozido, que se reduziu de 24h para 2h!
- Matriz PICK – Esta técnica revelou-se especialmente útil para o Departamento de Manutenção priorizar os seus trabalhos, ajudando-os a focalizarem-se (pois neste Departamento o recurso mais escasso é mesmo a mão-de-obra!).
- Método MASP – Este método foi apresentado a todas as chefias e Departamento de Manutenção. Apesar de ainda não se ter realizado nenhum projecto formal de 6-Sigma nem de MASP, os princípios que os norteiam já se encontram em uso, observando-se diferenças ao nível da atitude e presença das pessoas na fábrica (maior envolvimento de cada trabalhador na prossecução dos objectivos e desenvolvimento das acções de manutenção).

A metodologia DMAIC é colocada em prática da seguinte forma: nas reuniões de Produção, os Chefes de Secção têm que justificar os desvios observados às ordens de produção do dia anterior. As causas principais, identificadas por análise de Pareto, são depois discutidas em reunião de Operações com o Responsável de Manutenção e Director Fabril. Posteriormente a equipa de Manutenção, executa a metodologia D.5 – MASP. Consoante a gravidade do problema e a extensão das intervenções, é posteriormente delineado um plano de actuação para o problema identificado. Uma vez reunidas as condições necessárias o mesmo é executado, removendo-se a causa primária de um determinado efeito. Registo do procedimento ou reajuste do mesmo. Reinicia-se novamente o ciclo.

Acima de tudo, ao se aplicarem as técnicas mencionadas criou-se uma cultura de exigência e intransigência ao comodismo ao nível das chefias intermédias e superiores, obrigando-as a enfrentarem as razões pelas quais surgiram as falhas e a aceitarem as mudanças de procedimentos de produção, comprometendo o Responsável de Produção e Direcção Fabril em garantir as condições de trabalho tal como haviam sido orçamentadas. Ao nível dos restantes colaboradores assistiu-se a uma diferença assinalável: surgiram equipas fortes, motivadas e unidas!

### **7 Conclusões e Recomendações**

#### **7.1. Conclusões**

Na sequência deste projecto, com o intuito de se obter o nível de serviço previsto em orçamento nos planos de produção mensal e anual numa fábrica de conservas de atum, no caso particular nas fábricas da Madalena e Horta, identificaram-se os seguintes factores de variabilidade:

- Incerteza ambiental – absentismo, transporte marítimo Faial – Pico, Transporte Pico – Lisboa, Safra de Peixe Fresco, *Lead Time* dos Fornecedores, Calibre do Peixe
- Incerteza sistémica – parâmetros de produção, disponibilidade dos equipamentos, formação equipas produção, normalização dos procedimentos de produção

Para os controlar e minimizar o seu impacto no plano de produção, estudaram-se diferentes abordagens quer pelo planeamento da produção quer pela gestão da produção, e foram aplicadas diferentes técnicas e metodologias baseadas na metodologia 6-Sigma e na norma ISO 9001:2000.

Ao nível das técnicas de planeamento, à abordagem MRP II existente, para o planeamento anual e mensal, integraram-se ordens de produção diárias dirigidas a cada secção especificamente. Quanto à gestão da produção, as técnicas e metodologias 6-Sigma revelaram-se eficazes para reduzir a variabilidade da produção, e a aplicação embora parcial da norma ISO 9001:2000 também contribui para esse efeito.

De uma forma geral, o controlo das incertezas durante a execução das ordens de produção revelou-se bastante eficaz, através da análise de variância realizada a cada processo individualmente. Todavia não seria suficiente para colmatar as falhas

identificadas no primeiro ano caso estas não tivessem sido posteriormente corrigidas em orçamento de 2009. Assume-se assim a importância de um efectivo controlo e acompanhamento sobre os parâmetros de produção quer ao nível da execução das ordens de produção diárias quer para efeitos de argumentação do orçamento do ano posterior. Comprova-se também que a metodologia 6-Sigma pode ser aplicada com sucesso em indústrias conserveiras, contribuindo para o aumento assinalável do nível de serviço durante o decurso do projecto.

Contudo, a maior mudança observada no decurso do projecto verificou-se de facto ao nível dos operadores. Actualmente pode dizer-se que se criaram grupos e equipas de trabalho coesas e motivadas, e não obstante os factores adversos que ocorreram, foram eles quem conseguiram concretizar este projecto com sucesso.

### **7.2. Limitações**

No decurso deste projecto observaram-se as seguintes condicionantes, que tiveram um impacto significativo nos resultados obtidos:

- o factor liderança (observou-se mudança de Director Fabril, e de Director Industrial e Logística durante o projecto, introdução de Responsável de Produção e de Manutenção).
- o factor absentismo (o maior entrave ao cumprimento do plano deveu-se à falta de pessoal contratado).

Ambos os factores estão intimamente relacionados com as pessoas, e se a mudança de Director Fabril veio imprimir uma nova dinâmica às unidades fabris, prosseguindo e impulsionando os trabalhos propostos neste projecto, a saída do Director Industrial originou uma redefinição interna da visão estratégica das unidades industriais.

### 7.3. Recomendações

No decurso deste projecto foram identificadas algumas oportunidades de melhoria que merecem ser destacadas.

O encerramento a curto prazo da Fábrica da Horta, apesar do impacto social significativo que originará na ilha do Faial, merece ser considerado com a devida atenção. Com efeito, tal permitirá implementar o ciclo de produção proposto neste projecto sem as condicionantes do transporte do barco entre as ilhas. A alternativa seria especializar essa unidade industrial no fabrico de lombos congelados e filetes ultracongelados (aumentando o período de conservação do peixe cozido). Desse modo, ganhar-se-ia autonomia face ao transporte marítimo.

A aquisição de novos equipamentos de enlatamento automático (vulgo enlatadeiras e cravadeiras), permitirá aumentar a capacidade de processo da fábrica e assim viabilizar planos de manutenção preventiva mais realistas como também disponibilizar maior flexibilidade de processo para responder aos picos de produção que normalmente se assistem no Verão, para fazer face à procura sentida.

A dinâmica de gestão dos recursos humanos também deverá agilizar-se mais, de modo a tornar o quadro laboral mais fluído e reactivo. Pretende-se deste modo ganhar capacidade de resposta aos picos de produção e também maior flexibilidade para gerir as baixas de médio e longo prazo.

Termino agradecendo uma vez mais aos meus colegas de trabalho, que nenhum responsável acredite que conseguirá fazer por si só o trabalho do grupo. É necessário criar equipa, conseguir fazê-la acreditar no sucesso, ensinar a ser competitivo, e partilhar o sucesso.

### Referências Bibliográficas

- [www.cofaco.pt](http://www.cofaco.pt) (acedido a 1 de Agosto de 2008).
- <http://www.marco.eng.br/qualidade/aulas/aula06B-MASP.pdf>, (acedido a 2 de Novembro de 2009).
- <http://www.afpu.unicamp.br/Gerentes/Estatistica/Apostila%20estat%EDstica%20-%20cap%2013%20-%20resolu%E7%E3o%20de%20problemas.pdf>, (acedido a 3 de Novembro de 2009).
- <http://melhoriacontinua.blogs.sapo.pt/2004/04/> (acedido a 17 de Novembro de 2009).
- ICCAT (2008) - <http://www.iccat.int/en/accesingdb.htm> (acedido a 24 de Novembro de 2009).
- <http://thequalityportal.com/articles/evop.htm> (acedido a 9 de Janeiro de 2010)
- AEP (2006), *Qualidade – Quality function development* (submetido em Novembro de 2006) <http://www.aeportugal.pt/Inicio.asp?Pagina=/Areas/Qualidade/FerramentasQualidadeQuality&Menu=MenuQualidade> (acedido a 27 de Outubro de 2009).
- American Society for Quality (2009), <http://www.asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/dmaic.html>, (acedido a 3 de Novembro de 2009).
- Bernardo Gil, M. G. (2009), *Metodologia Taguchi* - <http://dequim.ist.utl.pt/doe/ACETATOS/TAGUCHI-ace.pdf>, (acedido a 25 de Outubro de 2009).
- Bertrand, J. W. M. e Rutten, W. G. M. M. (1999), Evaluation of three production planning procedures for the use of recipe flexibility. *European Journal of Operational Research*, vol. 115, pp 179–194.
- Büchel, A. (1983), Stochastic material requirements planning for optional parts.

*International Journal of Production Research*, vol. 21, pp 511–527.

- Graves, S. C. (1999), *Manufacturing Planning and Control*. Massachusetts Institute of Technology, <http://web.mit.edu/sgraves/www/ProdPlanCh.PDF> (acedido a 30 de Novembro de 2009).
- Heizer, J. e Render, B. (2006), *Operations Management*. Pearson Prentice Hall, 8<sup>th</sup> Edition, New Jersey.
- Hegseth, M. A. (1984), The challenge of operation yield. *Production and Inventory Management*, vol. 25, pp 4–10.
- Kaplan, R. S. e Norton, D. P. (1992), *The Balanced Scorecard: Measures That Drive Performance*. Harvard Business Review, vol. 70, pp71-79.
- Kaplan, R. S. e Norton, D. P. (2001), *The Strategy-Focused Organization: How Balanced Scorecard Companies Thrive in the New Business Environment*. Harvard Business School Publishing Corporation, USA.
- Kepner, C. H. e Tregoe, B. B. (1978), *The Rational Manager, A Systematic Approach to Problem Solving and Decision Making*. Kepner-Tregoe, Inc., Research Road, Princeton, New Jersey, [http://www.afpu.unicamp.br/Gerentes/Estatistica/Apostila %20estat %EDstica%20-%20 cap%2013%20-%20resolu%E7%E3o%20 de% 20problemas.pdf](http://www.afpu.unicamp.br/Gerentes/Estatistica/Apostila%20estat%20EDstica%20-%20cap%2013%20-%20resolu%E7%E3o%20de%20problemas.pdf) (acedido a 3 de Novembro de 2009).
- Mula, J., Poler, R., García-Sabater, J. P. e Lario, F.C. (2006) – *Models for production planning under uncertainty: A review*. *International Journal of Production Economics*, vol. 103, Issue I, pp 271-285.
- New, C. e Mapes, J. (1984), MRP with high uncertain yield losses. *Journal of Operations Management*, vol.4, pp 315–330.
- Newbold, P. e Carlson, W.L. e Thorne B. (2007), *Statistics for Business and Economics*. Person Prentice Hall, 6<sup>th</sup> Edition, New Jersey.



- NP EN ISO 9001:2000 (2000), *Sistema de Gestão de Qualidade: Requisitos*, Instituto Português da Qualidade, Lisboa.
- Toledo, J. C. e Amaral, D. C. (2009), *FMEA – Análise do Tipo e Efeito de Falha – GEPEQ – Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade DEP UFSCar*, <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf> (acedido a 16 de Novembro de 2009)
- Tague, N. R. (2004), *The Quality Toolbox*, ASQ Quality Press, 2ª Edição, pp 247-249, <http://www.asq.org/learn-about-quality/cause-analysis-tools/overview/fishbone.html> (acedido a 17 de Novembro de 2009).
- Skaggs, T. (2009), *Essential in Lean Manufacturing is The 5-S Philosophy* [http://www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/leanmfg/5s\\_philosophy.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/5s_philosophy.htm) (acedido a 17 de Novembro de 2009).
- Wijngaard, J. e Wortmann, J.C. (1985), MRP and inventories. *European Journal of Operations Research*, vol. 20, pp 281–293.